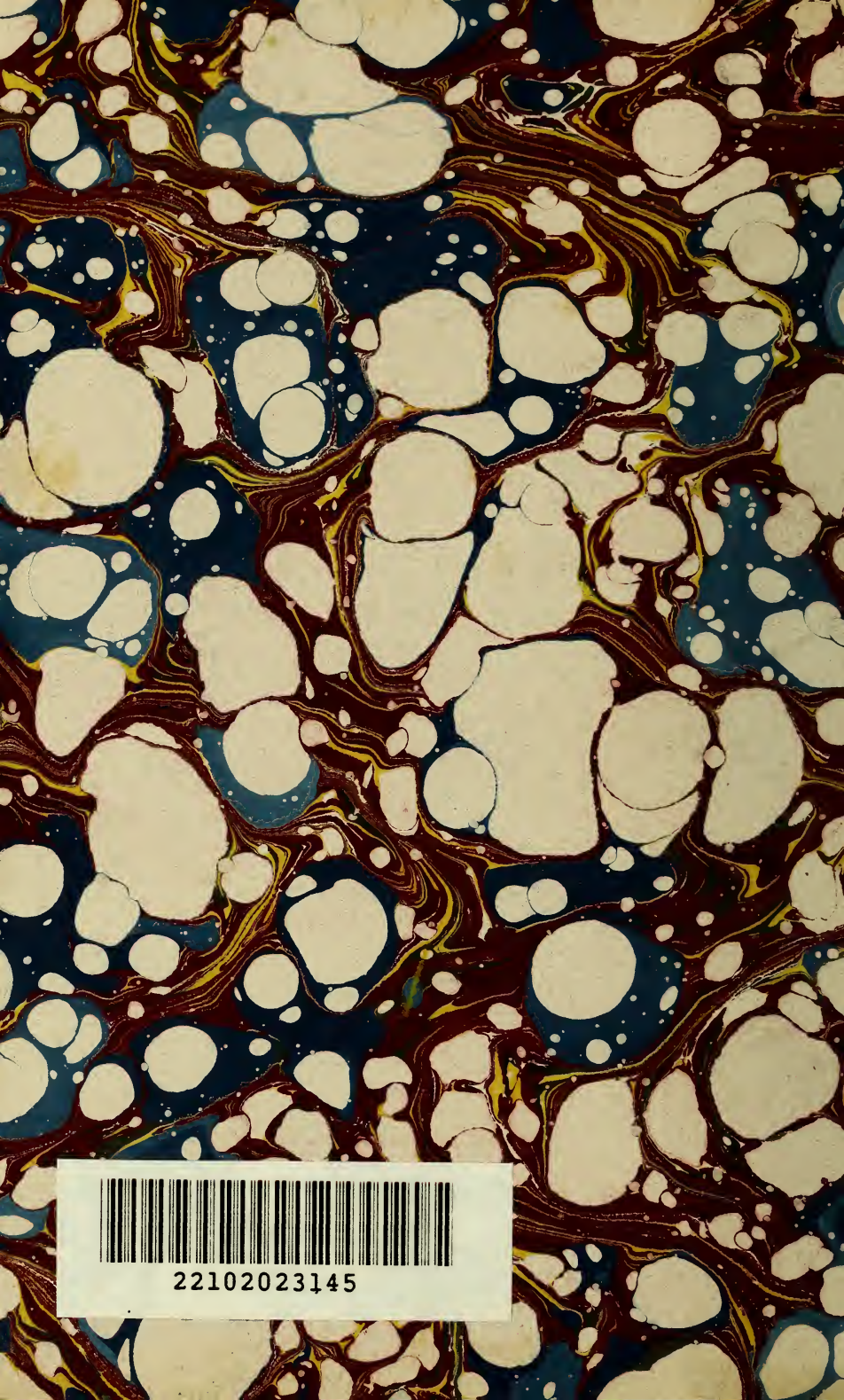

22102023145

Med
K3969

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28105369

DER

ANGEHENDE MIKROSKOPIKER

ODER

DAS MIKROSKOP

IM DIENSTE

DER HÖHERN VOLKS- UND MITTELSCHULE

EIN POPULÄRER LEITFADEN

FÜR

STUDIRENDE, LEHRAMTSKANDIDATEN, LEHRER AN HÖHERN VOLKS- UND MITTELSCHULEN, SOWIE FÜR DILETTANTEN

BEARBEITET

VON

J. SCHERRER, REALLEHRER

MIT 134 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN
(ZUM THEIL ORIGINAL-ABBILDUNGEN)

SPEICHER
SELBSTVERLAG DES VERFASSERS
1885.

18213

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. wellMOmec
Call No. QH

DER

ANGEHENDE MIKROSKOPIKER

ODER

DAS MIKROSKOP

IM DIENSTE

DER HÖHERN VOLKS- UND MITTELSCHULE.

Vorwort.

Motto: Das Wunderbare in der Schöpfung zeigt sich erst in der Welt des Kleinen.
J. Schr.

Das Mikroskop, lange Zeit nur im Dienste der Wissenschaft stehend, hat in den letzten zwei Decennien eine ganz allgemeine Verbreitung und Anwendung gefunden. Es hat aufgehört, ausschliesslich ein Instrument des Naturforschers zu sein; denn nicht allein Fabrikanten, Kaufleute, Fleischbeschauer, Thierärzte, Techniker und Apotheker bedienen sich gegenwärtig des Mikroskops als Prüfungsmittel, sondern dasselbe findet auch praktische Verwerthung bei der Ausübung der Gesundheitspolizei, der gerichtlichen Medicin etc. Auch in der höhern Volks- und Mittelschule hat sich der universell angelegte, physikalische Apparat fast überall eingebürgert, und das mit voller Berechtigung; denn ein rationeller Unterricht in Pflanzenanatomie, in der Histologie des Menschen und der Wirbelthiere und in der Zoologie der niedern Thierformen ist ohne Mikroskop gar nicht mehr denkbar. Natürlich spielt das vielseitige Instrument in der Schule eine ganz andere Rolle als im Studirzimmer des Forschers oder in den Händen des Praktikers, des gebildeten Laien, der in den mikroskopischen Untersuchungen weniger reiche Belehrung, als vielmehr eine nie versiegende Quelle angenehmer Unterhaltung sucht. Aus diesem Grunde mag es am Platze sein, dass man auch

dem Lehrer, dem sehr oft keine Gelegenheit geboten ist, praktische mikroskopische Curse mitzumachen, eine gedruckte Wegleitung zur Disposition stellt, die ihn mit der Handhabung des Mikroskops, sowie mit der Kunst der mikroskopischen Beobachtung und Untersuchung vertraut macht. Diesem Zwecke soll nun durch vorliegendes Werklein zum Theil Genüge geleistet werden. Dasselbe stellt sich zunächst die Aufgabe, den Lehrer (oder Studirenden) mit der Einrichtung, Wirkungsweise und dem Gebrauch des Mikroskops bekannt zu machen. Sodann gibt es ihm Rathschläge und Fingerzeige, wie die mikroskopischen Objekte behufs ihrer Untersuchung präparirt werden müssen, und wie solche Gegenstände für die Dauer aufzubewahren sind. Schliesslich zeigt es dem angehenden Mikroskopiker an einer grössern Reihe von Beispielen aus dem Thier- und Pflanzenreich, wie die gewonnenen technischen Fertigkeiten im Dienste der Schule verwerthet werden können. Demzufolge gliedert sich das Ganze in folgende drei Hauptabschnitte:

I. Beschreibung des Mikroskops.
II. Die mikroskopische Technik.
III. Mikroskopische Untersuchung der Naturkörper.

Gestatten Sie mir, verehrte Leser, betreffend die nähere Ausführung dieser drei Haupttheile an dieser Stelle noch einige Bemerkungen:

a) Auf eine eigentliche Geschichte des Mikroskops und der Mikroskopie, wie sie uns z. B. Dr. Merkel in seinem Werklein so vorzüglich vor Augen führt, konnte hier begreiflicherweise nicht eingetreten werden. Desgleichen durfte von mikroskopischen Nebenapparaten, Chemikalien etc. nur das Erwähnung und etwelche Besprechung finden, was zur Ausübung der mikroskopischen Technik auf dieser Stufe unbedingt erforderlich ist. Auf die zum Theil sehr kostspieligen Hülfsapparate, die zwar für gewisse spezielle Zwecke wünschenswerth, ja nothwendig, für die meisten andern aber entbehrlich sind, muss der Lehrer an der Mittelschule zum vornherein Verzicht leisten, ebenso auf die Ausführung des Injectionsverfahrens, das eine längere Lehrzeit und ziemlich viele Supplement-Apparate nothwendig macht.

b) Bei der Beschreibung des Mikroskops befliss ich mich gleichfalls der Kürze unter absichtlicher Weglassung alles dessen, was

für den Volksschullehrer nicht gerade von besonderem Interesse ist. Spezielle Berücksichtigung fand hier der Abschnitt über die Gebrauchsanweisung.

c) Das Hauptgewicht bei der ganzen Arbeit legte ich auf den technischen Theil und auf die mikroskopische Untersuchung der Naturkörper. Dieses Werklein soll jeden Anfänger (auch ohne die praktische Unterweisung eines Lehrers) befähigen, mikroskopische Objekte zu präpariren, mikroskopische Demonstrationen vorzunehmen und ohne grosse Kosten Dauerpräparate verschiedener Art anzufertigen. Manche Schule mag zwar schon im Besitze einer Sammlung käuflicher Präparate sein, und könnte daher der Lehrer leicht auf den Gedanken kommen, eine Vermehrung der bereits vorhandenen Kollektion durch selbstgefertigte Präparate sei überflüssig. Doch ist zu bedenken, dass man in dieser Beziehung des Guten nicht leicht zu viel thun kann. Auch müsste man eine zu grosse Summe auswerfen, wollte man alle die Präparate, die für den Anschauungsunterricht erspriesslich zu nennen sind, käuflich erwerben, während jeder Lehrer es mit etwas Eifer und Geduld in kurzer Zeit dahin bringen kann, eine grosse Zahl von Demonstrationen und Präparaten mit geringem Kostenaufwand auszuführen. Die Anschaffung sämmtlicher Utensilien und Chemikalien kommt nicht so hoch zu stehen, als eine nur ganz bescheidene Sammlung käuflicher Objekte. Obendrein gewährt ein Selbstverfertigen von mikroskopischen Präparaten weit mehr Genuss und Belehrung, als das Studium eines gekauften Objektes. Damit soll aber keineswegs der Werth käuflicher Präparate unterschätzt werden. In einzelnen Fällen muss jeder Lehrer zu solchen greifen, namentlich dann, wenn die betr. Gegenstände nicht überall leicht erhältlich sind, oder wenn sie, wie z. B. die Injektionspräparate, besondere Schwierigkeiten in der Präparation oder in der technischen Ausführung bieten.

d) Was die Auswahl der Objekte betrifft, so suchte ich so viel als möglich den Bedürfnissen der Volks- und Mittelschule gerecht zu werden. Dabei soll freilich nicht gesagt sein, dass nicht dieser oder jener Gegenstand gänzlich wegzulassen oder vielleicht durch ein anderes, passenderes Objekt zu ersetzen wäre. Die Zahl der gegebenen Beispiele ist so gross, dass jeder Lehrer die für seine Schulstufe und lokalen Verhältnisse passenden Objekte mit Leichtig-

keit herausfinden wird. Ferne stehendes, selteneres Material suchte ich so viel als möglich zu umgehen (besonders wichtige Objekte, wie z. B. Krätzmilbe, Reblaus, Trichine etc., fanden nur eine kurze Besprechung), und beschränkte ich mich fast ausschliesslich auf solche Gegenstände, die in jeder Gegend ziemlich leicht zu beschaffen sind. Die Beschreibung sämmtlicher 80 Präparate stützt sich auf persönliche Anschauung und jahrelange Erfahrung in der Präparation mikroskopischer Objekte und in der Anfertigung von Dauerpräparaten (siehe Zeugnisse, pag. XI). In den Anmerkungen findet der werthe Leser theils selteneres, theils weniger werthvolles Material, zum Theil auch solche Objekte, die sich mehr für Mittelschulen (ev. auch für Dilettanten) eignen.

e) Wenn irgendwo naturgetreue Abbildungen nothwendig, ja unentbehrlich sind, so ist dies in einem populären Werklein über Mikroskopie der Fall. Gerade hier sollten vor allem Wort und Bild einander helfen; denn das mikroskopische Sehen ist viel schwerer als das gewöhnliche Sehen und muss zum wenigsten an Bildern seinen Lehrmeister haben. Warum besitzen unsere gediegensten Werke über Mikroskopie (Nägeli, Frey, Hartung etc.) der Holzschnitte so viele? Weil der Lernende einzig durch Vergleichung den Werth seiner Arbeit und Beobachtung taxiren kann. Aus diesem Grunde wurde auch in dieser Schrift eine bescheidene Anzahl von Illustrationen aufgenommen, welche zum bessern Verständniss des Textes wesentlich beitragen mögen. Es geschah dies hauptsächlich auch im Interesse von Dilettanten, die zumeist nicht im Besitze von grössern naturgeschichtlichen Werken sind, aus denen sie Holzschnitte von mikroskopischen Präparaten zur Vergleichung herbeiziehen könnten. Doch wollte Verfasser die Zahl der Abbildungen nicht allzuweit ausdehnen, damit es ihm ermöglicht würde, das Werklein zu billigem Preise in den Buchhandel zu bringen. — Die Holzschnitte, die zum kleinern Theil nach Original-Zeichnungen, zum grössern Theil jedoch nach Clichés aus Frey, Wettstein und anderen Werken erstellt wurden, stammen aus der xylographischen Anstalt von J. R. Müller in Zürich. Eine Anzahl Holzschnitte lieferte auch die tit. Verlagsbuchhandlung von Wilhelm Engelmann in Leipzig, sowie das xylographische Atelier von H. Bachmann in Zürich.

Bei der Abfassung dieses Leitfadens und der Auswahl der Figuren zog ich hauptsächlich folgende Werke zu Rathe:

1. Dr. H. Frey: Das Mikroskop und die mikroskopische Technik.
2. Dr. Moritz Willkomm: Die Wunder des Mikroskops.
3. Dr. Fr. Merkel: Das Mikroskop und seine Anwendung.
4. Dr. Julius Vogel: Das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchung.
5. Dr. H. Schacht: Das Mikroskop und seine Anwendung, insbesondere für Pflanzenanatomie.
6. Otto Bachmann: Leitfaden zur Anfertigung von mikroskopischen Dauerpräparaten.
7. Dr. H. Hager: Das Mikroskop und seine Anwendung.
8. Dr. Behrens: Methodisches Lehrbuch der allgemeinen Botanik für höhere Lehranstalten.
9. Dr. Thomé: Lehrbuch der Botanik.
10. Dr. Thomé: Lehrbuch der Zoologie.
11. Dr. H. Wettstein: Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Secundarschulen.
12. Aug. Lüben: Anweisung zu einem methodischen Unterricht in der Pflanzenkunde.
13. Dr. Leunis: Schulnaturgeschichte (I. Theil: Zoologie).
14. Dr. Carl Claus: Grundzüge der Zoologie.
15. Dr. Vitus Graber: Die Insekten, I. Theil.

An dieser Stelle sei mir auch noch ein kurzes Wort an die Kritik gestattet. Es soll mir lieb sein, wenn die Fehlgriffe, die sich in meiner Arbeit finden, schonungslos aufgedeckt werden, und bitte ich allfällige Kritiker, mir ihre Aussetzungen brieflich mitzutheilen. Sie mögen versichert sein, dass ich dieses dankbarst anerkennen werde und dass, wenn sich vielleicht einst die Nothwendigkeit einer zweiten Auflage herausstellen sollte, jene geäusserten Wünsche eine eingehende Berücksichtigung finden werden.

Obschon diese Schrift in erster Linie für Studirende, Lehramtskandidaten und Lehrer an höhern Volks- und Mittelschulen berechnet ist, so werden doch auch der erfahrene Praktiker und der blosse Liebhaber des Mikroskopes dieselbe mit etwelchem Vortheile zu Rathe ziehen.

Mögen die wohlgemeinten Zeilen dazu beitragen, dem wichtigen Instrument auch in der Schule diejenige ehrenvolle Stellung zu verschaffen, die es in so hohem Grade verdient! Möge das Werklein den für Anschauungsunterricht begeisterten Lehrer veranlassen, einen

Theil seiner Mussezeit dem mikroskopischen Studium zu widmen, einer edeln, genussreichen, geistigen Arbeit, die er zu Nutz und Frommen der Schule in so vortheilhafter, vielseitiger Art und Weise verwerthen kann!

Dies die aufrichtigen Wünsche, die ich vorliegendem Leitfaden auf seiner Wanderung durch die Gauen unseres lieben Vaterlandes mit auf den Weg geben möchte.

Speicher, im Februar 1885.
(Ct. Appenzell)

Der Verfasser.

ZEUGNISS.

Die hiesige Realschule ist im Besitze einer von Hrn. Reallehrer Scherrer in Speicher erstellten Sammlung von 50 mikroskopischen Präparaten aus dem Gebiete der Naturgeschichte.

Wenn diese Sammlung schon durch gelungene, auf bestmögliche Haltbarkeit gerichtete technische Ausführung sich empfiehlt, so sind es zudem hauptsächlich die dem praktischen Bedürfniss einer Realschule entsprechende Auswahl und die durchaus befriedigende Qualität der Objekte, die ihr den wahren Werth verleihen. Ueberdies verdient der verhältnissmässig billige Preis der Scherrer'schen Präparate noch besonders empfehlend hervorgehoben zu werden.

Teufen, den 20. März 1879.

Niederer, Reallehrer.

EMPFEHLUNG.

Voriges Jahr wurde von der löblichen Schulbehörde dahier eine zweite Sammlung mikroskopischer Präparate angeschafft, wohl bewusst, dass durch diese Art Veranschaulichungsmittel der naturgeschichtliche Unterricht auf gewissen Gebieten erspriesslicher wird, indem gelungene und gut gewählte Präparate das Interesse und die Lernfreudigkeit der Schüler in erheblichem Masse fördern.

Die letztere, von Herrn Reallehrer Scherrer in Speicher angefertigte Sammlung beschlägt das zoologische Gebiet. Die meisten Präparate sind wirklich gelungen, einige sind sogar vortrefflich und höchst interessant; die ganze Sammlung empfiehlt sich zudem durch die Preiswürdigkeit der Objecte, so dass ich keinen Anstand nehme, die mikroskopischen Präparate von Herrn Scherrer bestens zu empfehlen, und würde es mich freuen, wenn seine bezüglichen Bemühungen im Dienste der Schule vielerorts Anerkennung fänden.

Gais, im April 1879.

J. K. Freund, Reallehrer.

Inhaltsübersicht.

Seite.

Einleitung:

Die Verwendung des Mikroskops für die Stufe der höhern Volks- und Mittelschule 1

I. Beschreibung des Mikroskops.

A. Einrichtung und Wirkungsweise des Instrumentes . . . 7
B. Prüfung und Ankauf des Mikroskops 20
C. Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops 25

II. Die mikroskopische Technik.

A. Utensilien und Flüssigkeiten zur Anfertigung mikroskopischer Präparate 35
B. Präparation von mikroskopischen Objekten 40
C. Anfertigung von Dauerpräparaten u. deren Aufbewahrung:
Allgemeines über die Auswahl von Einschlussflüssigkeiten 49
Die Sandarac-Methode 51
Einschluss in Canada-Balsam 60
Die Glycerin-Methode 61
Aufbewahrung von Dauerpräparaten 64

III. Die mikr. Untersuchung der Naturkörper.

A. Thierreich:

1. Pr.: Blutkörperchen 67
2. Pr.: Circulation des Blutes 69
3. Pr.: Pflaster- oder Plattenepithelium 70
4. Pr.: Flimmerepithelium 71
5. Pr.: Mikroskopische Untersuchung von Knorpel- und Bindegewebe 73
6. Pr.: Mikroskopische Untersuchung von Knochengewebe 74
7. Pr.: Quergestreifte Muskulatur 77
8. Pr.: Mikroskopische Untersuchung der Nerven 79
9. Pr.: Mikroskopische Untersuchung der thierischen Haargebilde . 81
10. Pr.: Facettenauge 83
11. Pr.: Tracheen und Stigmen 85
12. Pr.: Kaumagen 87
13. Pr.: Käferflügel 88
14. Pr.: Seide 89
15. Pr.: Organe einer Stubenfliege 89
16. Pr.: Organe eines Schmetterlings 90

Seite.

17. Pr.: Organe einer Honigbiene 93
18. Pr.: Mikroskopische Untersuchung ganzer Insekten 96
19. Pr.: Organe einer Kreuzspinne 98
20. Pr.: Milbenpräparate 101
21. Pr.: Einauge oder Hüpferling 102
22. Pr.: Kiefer von Blutegel 104
23. Pr.: Epidermis von Regenwurm 105
24. Pr.: Querschnitt durch einen Regenwurm 105
25. Pr.: Bandwurmköpfe und Bandwurmglieder 106
26. Pr.: Gemeines Räderthierchen 108
Mikroskopische Untersuchung von trichinösem Fleisch 109
27. Pr.: Zunge von Weinbergsschnecke 110
28. Pr.: Süsswasserpolyp 113
29. Pr.: Demonstration von Süsswasser-Infusorien 114
30. Pr: Selteneres zoologisches Material, zu mikroskopischen Dauerpräparaten geeignet 117

B. Pflanzenreich:

1. Phanerogamen.

Allgemeines über die mikroskopische Untersuchung der Phanerogamen 119
31. Pr.: Behandlung der Cellulose mit Jod und Schwefelsäure . . . 121
32. Pr.: Das Protoplasma und seine Bewegung 121
33. Pr.: Blattgrün (Chlorophyll) 123
34. Pr.: Stärkemehl (Amylum) und Kleber 124
35. Pr.: Pflanzliche Oele 127
36. Pr.: Inulin 128
37. Pr.: Pflanzen-Krystalle 129
38. Pr.: Demonstration des Zellkerns 131
39. Pr.: Demonstration der Intercellularräume 132
40. Pr.: Mikroskopische Untersuchung von verschiedenen Gespinnstfasern (Flachs, Hanf und Baumwolle) 133
41. Pr.: Demonstration der Tüpfelzellen 134
42. Pr.: Demonstration verschiedener Faserzellen 137
43. Pr.: Demonstration verschiedener Gefässe 138
44. Pr.: Querschnitt durch ein Laubblatt 141
45. Pr.: Oberhaut eines Laubblattes 143
46. Pr.: Pflanzenhaare 145
47. Pr.: Mikroskopische Untersuchung von Pollen 147
48. Pr.: Die mit Pollen belegte Narbe 150
49. Pr.: Mikroskopische Untersuchung des Fruchtknotens 151
50. Pr.: Mikroskopische Untersuchung der Staubblätter 152
51. Pr.: Mikroskopische Untersuchung der Frucht 153
52. Pr.: Anatomie eines einjährigen Ahornzweiges 154
53. Pr.: Schnitt durch einen Eichenzweig 157
54. Pr.: Anatomie des Ricinus-Stengels 158
55. Pr.: Stengel der Gartenbalsamine 160
56. Pr.: Stengel der deutschen Schwertlilie 160
57. Pr.: Bau des Coniferen-Stammes 162
Allgemeines über die mikroskopische Untersuchung der Wurzel . . 165

2. Cryptogamen.

58. Pr.: Demonstration von Süsswasser-Diatomeen 167
59. Pr.: Desmidiaceen 170
60. Pr.: Spiralbandalge 172
61. Pr.: Schwärmsporenbildung bei Cladophora 173

Seite.
62. Pr.: Froschlaichalge 175
63. Pr.: Demonstration der Spermatozoën an Chara fragilis 176
64. Pr.: Demonstration von Bacterien 179
65. Pr.: Hefepilz des Bieres 181
66. Pr.: Mehlthaupilz auf Haselnuss 182
67. Pr.: Kugelkernpilz auf Haselnuss und Lärchenbecherpilz . . . 184
Allgemeines über die mikroskopische Untersuchung der Fadenpilze . 185
68. Pr.: Grüner Pinselschimmel 186
69. Pr.: Gemeiner Kopfschimmel 187
70. Pr.: Saprolegnia ferax (Wasserpilz) 190
71. Pr.: Wintersporen von Rosenrost 192
72. Pr.: Pappelrost 192
73. Pr.: Schnitt durch die Apothecien der Schildflechte 193
74. Pr.: Blättchen des Torfmooses 195
75. Pr.: Schleuderzellen von Mooskapseln der Lebermoose 196
76. Pr.: Längsschnitt durch den Antheridienstand von Widerthonmoos 196
77. Pr.: Querschnitt durch den Stengel eines Schachtelhalmes . . . 198
78. Pr.: Sporen von Schachtelhalm 199
79. Pr.: Sporangien von Wurmfarn 200

Anhang.

80. Pr.: Ueber die Anfertigung von Krystall-Präparaten 202

Verzeichniss der Original-Holzschnitte.

Fig.: 6, 13, 17, 30. 34, 36, 49, 55, 56, 57, 83, 88 (III), 89, 91, 92, 95, 96, 97. 99, 103, 117 (d und f), 118, 122, 124, 127 (E), 132.

Einleitung.

Die Verwendung des Mikroskopes für die Stufe der höhern Volks- und Mittelschule.

In den letzten 20 Jahren haben Staat und Gemeinden für Förderung des naturkundlichen Anschauungsunterrichtes unstreitig grosse Opfer gebracht. Ueberall wurden physikalische, chemische und naturgeschichtliche Sammlungen angelegt oder bereits bestehende Kollektionen bedeutend erweitert. In einigen Schweizerkantonen (z. B. Zürich, Thurgau etc.) hat sich der Staat in's Mittel gelegt und unter Verabreichung grösserer Staatsbeiträge obligatorische Sammlungen für Botanik, Zoologie, Mineralogie, Physik und Chemie in's Leben gerufen. Bei diesem edlen Streben nach Verbesserung des gesammten naturkundlichen Unterrichtes zogen die Tit. Behörden, der hohen Wichtigkeit des Gegenstandes eingedenk, auch das Mikroskop in gehörige Berücksichtigung. Zürich und Thurgau liessen von fachkundiger Hand kleinere mikr. Präparaten-Sammlungen (botanische und zoologische Objekte) anfertigen und verabfolgten sie den einzelnen Secundarschulen zu äusserst mässigem Preise. Im Thurgau wurde s. Z. sogar ein mikr. Cursus (obligat. Fortbildungskurs für Sekundarlehrer) abgehalten, um die Lehrer mit der Handhabung des Mikroskopes und der Ausübung der mikr. Technik einigermassen vertraut zu machen. Trotz dieser rührigen, anerkennenswerthen Thätigkeit der hohen Erziehungsbehörden liegt es mit der Mikroskopie in der Volksschule doch an vielen Orten noch im Argen, und dies namentlich aus zwei Gründen:

1. Den meisten Schulen fehlt es noch zur Stunde an einem guten, leistungsfähigen Instrument.

2. Einem grossen Theil der Lehrer mangeln die nöthigen technischen Fertigkeiten, der pädagogische Takt, die erforderliche Geduld

und Ausdauer, um das Mikroskop mit Vortheil in der Schule verwerthen zu können.

Suchen wir, diese beiden sehr wichtigen Punkte noch etwas näher zu beleuchten:

Ad 1. Durchmustern wir die physikalischen Sammlungen der verschiedenen Secundar- und Mittelschulen, so treffen wir meist nur ganz billige zusammengesetzte Mikroskope an, Instrumente im Werthe von 20—50 Fr., hie und da auch bloss ein Präparirmikroskop oder eine gute Lupe; lauter Apparate, die sich für gewisse Zwecke wohl brauchen lassen, für sehr viele Untersuchungen aber total ungenügend sind. Nur verhältnissmässig wenige (meist besser dotirte) Volksschulen sind im Besitze eines allseitig anwendbaren, wirklich guten und leistungsfähigen Instrumentes. Ein derartiges Mikroskop soll wenigstens mit 3 Systemen (3, 5 und 7 oder 1, 3 und 7) und 2 Ocularen (I und III) ausgestattet sein, damit auch stärkere Vergrösserungen (3—500) zur Untersuchung von Blutzellen, Bacterien, Diatomeen etc. etc. in Anwendung gebracht werden können. Vorzügliche Apparate dieser Art liefert zur Zeit **E. Leitz in Wetzlar** (zu beziehen durch Optikus Th. Ernst in Zürich), Instrumente, die sich für Schulzwecke sehr gut eignen und die sich neben der optischen Leistungsfähigkeit hauptsächlich auch durch ihre relative Billigkeit vortheilhaft auszeichnen (siehe Ankauf des Mikroskops).

Ad 2. Soll das Mikroskop seine Aufgabe gegenüber der Schule allseitig erfüllen, so darf sich der mikrosk. Unterricht nicht bloss auf ein Vorzeigen von Dauerpräparaten beschränken, sondern der Lehrer hat auch verschiedene Demonstrationen vorzunehmen und eine grössere Anzahl frischer Präparate (in der Stunde vor den Augen der Schüler oder während seiner Freizeit) auszuführen, welche Präparate speziell für die Physiologie in der Regel mehr Werth besitzen als Dauerpräparate. Um aber all' diese Präparationen, Untersuchungen u. s. f. zu einem befriedigenden Abschluss zu bringen, sind gewisse manuelle Fertigkeiten erforderlich, die leider einem grossen Theile der Lehrerschaft abgehen, die sich aber jeder Unterrichtende leicht aneignen könnte. Freilich sind hiezu eine längere Lehrzeit und vor Allem aus ein fester Wille und eine grössere Portion Geduld durchaus nothwendig. Da es nicht jedem Lehrer vergönnt ist, an einer höhern Lehranstalt durch die praktische Unterweisung eines erfahrnen Mikroskopikers die nöthigen technischen Fertigkeiten zu erlernen, so muss sich eben mancher Anfänger durch das Studium von einschlägigen mikrosk. Schriften zu belehren suchen. Er muss dann auf autodidaktischem Wege das nachzuholen suchen, wozu ihm sein Bildungsgang keine Gelegenheit darbot. Freilich darf er sich während dieser Lehrzeit durch allfällig misslungene Versuche nicht gleich entmuthigen lassen, sondern er soll das missrathene

Experiment so oft wiederholen, bis er schliesslich das Räthsel in befriedigender Weise gelöst hat. Mancher Anfänger hat in dieser Beziehung schon schwer gesündigt. Durch verschiedene Missgriffe sah er sich in seinen Erwartungen getäuscht; der Eifer für die gute Sache liess nach, während der Glaube an die individuelle Unfähigkeit von Tag zu Tag wuchs, bis er endlich die ganze Angelegenheit vollständig bei Seite legte. Wenn Geduld und Ausdauer irgendwo am Platze sind, so ist dies bei der Mikroskopie der Fall; denn das Mikroskop ist ein feines, heikles Werkzeug, dessen Gebrauch erst erlernt sein will; namentlich aber erheischt die Kunst der Präparation und der mikrosk. Untersuchung jahrelange, fast tägliche Uebung, wenn es der angehende Mikroskopiker nur einigermassen auf einen grünen Zweig zu bringen wünscht.

An dieser Stelle wollen wir noch kurz der Schwierigkeiten gedenken, die sich uns bei der Einführung des Mikroskops in der Volksschule entgegenstellen:

1. Das Mikroskop gestattet leider keinen Klassenunterricht, sondern nur eine individuelle Anschauung, wodurch (namentlich bei grossen Klassen) manche kostbare Schulstunde verloren geht. Dieser Uebelstand, der sich schon beim Vorweisen von blossen Dauerpräparaten geltend macht, tritt noch in weit höherm Grade ein, wenn man frische Präparate während der Stunde vor den Augen der Schüler ausführt. Dann nimmt unter Umständen schon die Präparation des betr. Objektes ziemlich viel Zeit in Anspruch (namentlich wenn der Präparateur seiner Aufgabe nicht ganz gewachsen ist). Aus diesem Grunde möchte es vielleicht passend sein, wenn der Lehrer die fraglichen Präparate in seiner Freizeit (unmittelbar vor Beginn der Schule) anfertigte oder dann die Zahl solcher Experimente möglichst reduzirte.

2. Ein längeres Hineinsehen in das Mikroskop greift das menschliche Auge, falls es sich überhaupt noch nicht an das Mikroskopiren gewöhnt hat, ziemlich stark an, so dass viele Schüler sich nach kurzer Zeit über Augenbrennen, Kopfschmerzen u. dergl. beklagen. Diesem vorzubeugen, thut man gut, wenn man die mikrosk. Uebungen nicht allzulange nach einander fortsetzt. Ein solches Verfahren rechtfertigt sich auch vom pädagogischen Standpunkte aus; denn wenn man dem Kinde auf einmal zu viele Bilder vor die Augen führt, so vermag es den Eindruck des einzelnen Objektes nicht mehr gehörig festzuhalten, und so entstehen falsche Begriffe und Anschauungen.

3. Das mikroskopische Sehen, d. h. das Vermögen, die Gegenstände in ihrem mikrosk. Bilde vollkommen richtig zu deuten, ist auch eine Kunst, die erlernt und vielfach geübt sein will und die daher dem Schüler zuweilen ganz bedeutende Schwierigkeiten bereitet. Vielen jungen Leuten ist es im Anfang rein unmöglich,

sich an das mikrosk. Bild zu gewöhnen. Während ihre Mitschüler die charakteristischen Details schnell und richtig erblicken, bleiben ihnen diese Merkmale für immer verborgen. Sodann zeigen die Augen eine verschiedenartige Beschaffenheit, so dass das Bild für einzelne Schüler eine spezielle Einstellung erfordert, wofür natürlich auch wieder manche kostbare Minute geopfert werden muss. Um in dieser Beziehung nicht gar zu viel Zeit zu verlieren, mag es vielleicht zweckentsprechend sein, wenn man die Schüler in zwei Gruppen scheidet: in solche mit normalen und in solche mit kurzsichtigen Augen. Aber auch in diesem Falle muss der Lehrer hie und da wieder nachhelfen; denn der Grad der Kurzsichtigkeit ist nicht überall der nämliche und daher die Einstellung ebenfalls variabel. Dann kann es sich auch ereignen, dass durch Druck auf den Tubus oder durch Verschieben des Objektes das Bild nicht mehr scharf wahrzunehmen ist. Aus diesem Grunde ist es unbedingt nothwendig, dass sich der Unterrichtende von Zeit zu Zeit von der Deutlichkeit des Bildes persönlich überzeuge oder dass er die Schüler frage, ob sie den Gegenstand in hinreichender Helligkeit und Schärfe vor sich sehen. Verneinenden Falls hat er sofort die Einstellung zu corrigiren.

4. Beim mikroskopischen Sehen kommen oft verschiedenartige Störungen und Täuschungen vor, die theils durch Luftblasen, theils durch fremde, nicht zum Gegenstand gehörige Dinge (Staub, Zeugfäden, Schmutzflecken u. dergl.), theils durch Bewegungserscheinungen hervorgerufen werden und die dem Unkundigen (und als solchen haben wir ja jeden Schüler zu betrachten) oft ein ganz unrichtiges Urtheil von dem beobachteten Objekte einflössen. Daher ist es Pflicht eines jeden Lehrers, dass er seine Schüler auf solche Vorkommnisse aufmerksam mache, damit sie derartige Accidentien erkennen und von einander unterscheiden lernen.

Wenn die mikroskopischen Uebungen ihren Zweck nicht verfehlen, sondern wirklich Gutes stiften sollen, so müssen dieselben nach gewissen methodischen Grundsätzen vorgenommen werden. Diese Methodik für den mikrosk. Anschauungsunterricht lässt sich etwa in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Man mache den Schüler nur mit denjenigen Präparaten und Erscheinungen bekannt, die wirklich Interesse für ihn haben. Gegenstände, die nicht in die Sphäre der Volks- oder Mittelschule hineingehören oder die an und für sich nicht besonders instruktiv genannt werden können, lasse man unberücksichtigt. Zur Abwechslung kann man freilich auch hie und da ein Experiment oder ein Präparat vorführen, das weniger belehrt als vielmehr unterhält (Effektdemonstration).

2. Was die Zahl der mikroskopischen Demonstrationen anbelangt, so dehne man dieselbe nicht allzu weit aus. Namentlich hüte man sich, dem Schüler auf einmal eine zu grosse Anzahl

von Präparaten vorzuweisen. Begreiflicherweise lohnt es sich kaum der Mühe, wegen eines einzigen Experimentes das Mikroskop zu reinigen, einzurichten etc. Daher wird man stets einige Versuche (ca. 6—8) Objekte zusammenkommen lassen und diese in einer besondern Stunde den Schülern vor Augen führen. So oft es möglich ist, demonstrire man gleich bei oder unmittelbar nach der Behandlung des Unterrichtsstoffes. Die Ueberzeugung am Objekt selbst macht Lust und Liebe zur Natur!

3. Ehe man mit der Vorweisung der mikroskopischen Bilder beginnt, hat der Lehrer das Objekt allseitig und gründlich zu erklären. Auch ist es durchaus nothwendig, dass er seinen Zöglingen etwelche Anweisung zum mikrosk. Beobachten ertheilt und sie mit den am häufigsten vorkommenden Störungen und Täuschungen bekannt macht.

4. Um sich zu überzeugen, dass der betr. Gegenstand nach allen Seiten hin richtig erfasst worden sei, lasse man sich von dem Schüler über das Gesehene Rechenschaft ablegen. Man frage ihn aus, forsche nach den Einzelheiten, und wenn es die Natur des Objektes zulässt, so beauftrage man einen bessern Zeichner, an der Wandtafel eine Zeichnung zu entwerfen, welche fraglichen Gegenstand wenigstens in seinen Umrissen ziemlich naturgetreu repräsentiren soll.

5. Die mikroskopischen Uebungen nehme man an einem möglichst hellen Tage vor. Man stelle das Instrument auf einen festen Tisch in der Nähe eines Fensters, sorge für gehörige Beleuchtung und Einstellung (der Schüler selbst darf den Apparat gar nicht berühren), lasse einen Schüler um den andern vortreten und räume jedem einzelnen so viel Zeit ein, dass er das Bild mit Musse studiren kann. Viele Schüler haben Mühe, sich im Bilde zu orientiren; diesen gestatte man eine etwas längere Frist, damit auch sie sich von der Richtigkeit der vorausgeschickten Erläuterungen klar überzeugen können.

6. Der Lehrer zeige seiner Schule nur wirklich gelungene Präparate und Versuche. Mangelhafte Schnitte, verdorbene oder sonst beschädigte Dauerpräparate etc. sind sorgfältig zu vermeiden. Hat man z. B. zur Demonstration irgend eines pflanzlichen oder thierischen Organes die Wahl zwischen mehreren Bezugsquellen, so greife man immer zu solchen Individuen, welche den fraglichen Gegenstand am schönsten und deutlichsten zur Anschauung bringen.

7. Auf das Pröbeln während der Schulzeit soll der Lehrer ein für alle Mal Verzicht leisten.

8. Zur Befestigung des Gesehenen mögen den Schülern auch gute Holzschnitte aus naturgeschichtlichen Lehrbüchern und mikroskopischen Werken vorgezeigt werden.

Geht der Lehrer in dieser Manier vor, so ist das Mikroskop, wie kein anderes Instrument, geeignet, den jungen Menschen für die Räthsel der unsichtbaren Welt zu begeistern, ihn mit Bewunderung und Liebe für die Natur zu erfüllen. Es pflegt aber dann nicht nur den Sinn für das Wunderbare und Herrliche in der Schöpfung, sondern es macht zugleich auch die Resultate der Wissenschaft, früher nur ein Monopol der Gelehrten, zum Eigenthum und Gemeingut der heranreifenden Jugend und des Volkes.

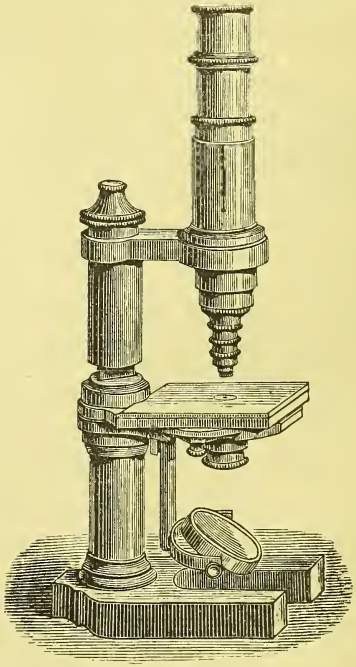


Fig. 1.
Mikroskop von **E. Leitz** in Wetzlar.
(No. III.)

I.

Beschreibung des Mikroskopes.

A. Einrichtung und Wirkungsweise des Instrumentes.

Besprechen wir zunächst den optischen Theil des Mikroskopes, d. h. die Linsen. In seiner einfachsten Gestalt besteht derselbe aus zwei Convexlinsen, die in ein besonderes Messingrohr, den sog. Tubus, gefasst sind. Die untere Linse, die sich in der Nähe des zu untersuchenden Gegenstandes befindet, heisst **Objektivlinse** oder kurzweg **Objektiv.** Es ist dies eine Biconvex- oder Planconvexlinse mit sehr kurzer Brennweite (oft nur einige Millimeter). In Folge dessen ist die Linse sehr klein und stark gewölbt. Die obere Linse, durch welche das Auge hindurchsieht, führt den Namen **Augenglas** oder **Ocular.** Das Ocular ist gleichfalls eine Convexlinse, aber von grösserer Brennweite als die des Objektivs; daher ist dasselbe von grösserem Durchmesser und weniger gewölbt. Das Zusammenwirken dieser beiden Linsen ist nun folgendes:

Beim Mikroskop befindet sich das Objekt immer ausserhalb des Brennpunktes des Objektivs, aber in der Nähe desselben. Daher entsteht von dem zu beobachtenden Gegenstand ein verkehrtes, vergrössertes, objektives Bild, welches weit ausserhalb des Brennpunktes vom Objektiv zu stehen kommt, jedoch innerhalb der Brennweite des Oculars fällt. Da dieses Bild ein wirkliches ist, so wirkt es auf das Ocular wie ein leuchtender Gegenstand. Deshalb entwirft das Ocular von dem ersten Bild, das um weniger als die Brennweite von ihm entfernt ist, ein zweites vergrössertes, aufrechtes und subjektives Bild, welches ausserhalb des Brennpunktes des Oculars liegt und das von dem dem Ocular anliegenden Auge wahrgenommen wird. Hieraus erkennen wir, dass das Ocular auf das vom Objektiv entworfene

Bild die Wirkung einer Lupe ausübt. Das Resultat des Zusammenwirkens beider Linsen lässt sich also dahin ausdrücken, dass durch jedes zusammengesetzte Mikroskop ein vergrössertes, aber umgekehrtes Bild zu Stande kommt. Was im Objekt links ist, befindet sich im Bilde rechts; der obern Seite des zu untersuchenden Gegenstandes entspricht im mikroskopischen Bilde die untere etc. Die eben beschriebene Einrichtung bildete die primitivste Form des Mikroskopes. Jetzt macht man keine derartigen Instrumente mehr, sondern man schaltet bei sämmtlichen zusammengesetzten Mikroskopen (sogar bei den allerbilligsten) in dem Tubus zwischen Ocular und Objektiv noch eine dritte Linse ein, die sogen. **Kollektivlinse.** Ihre Wirkung ist in Kürze folgende: Die vom Objekte ausgehenden Lichtstrahlen werden durch das Objektiv in der Weise gebrochen, dass sie, wenn sie ungehemmt weiter gehen könnten, das vergrösserte Luftbild No. I geben würden. Nun müssen aber die Strahlen, ehe sie sich zu dem erwähnten Bilde vereinigen können, durch das eingeschobene Kollektivglas hindurch; hier erleiden sie eine abermalige Brechung; sie werden einander noch mehr genähert, was zur Folge hat, dass das umgekehrte objektive Bild schon etwas früher entsteht und auch etwas kleiner ausfällt, als dies ohne Kollektivlinse der Fall gewesen wäre. In Folge dieser zweiten Brechung verliert das ursprüngliche Bild an Grösse, gewinnt dagegen an Helligkeit. Ferner vermag die Kollektive die Verzerrung des Bildes zu beseitigen; das Bild wird durch sie bedeutend schärfer. Zudem findet noch durch die Kombination von Ocular und Kollektiv eine Korrektion der sog. sphärischen und chromatischen Aberration statt, welche beiden Erscheinungen wir an dieser Stelle etwas detaillirt besprechen wollen.

Nur bei Linsen mit schwacher Vergrösserung vereinigen sich sämmtliche Lichtstrahlen in einem einzigen Punkt, und es wird ein deutliches Bild zu Stande gebracht. Ganz anders verhält sich jedoch die Sache bei starken Linsen mit kurzer Brennweite. Hier erleiden die Strahlen, welche durch den Rand der Linse hindurchgehen (Randstrahlen) eine stärkere Brechung als diejenigen, welche die Mitte der Linse durchdringen (Centralstrahlen), was zur Folge hat, dass sich nicht alle Strahlen genau in einem einzigen Punkte vereinigen können; es muss vielmehr eine Reihe von Durchschnittspunkten geben, die alle in der optischen Achse hintereinander liegen. Dieser Umstand bedingt nothwendig, dass das von den Centralstrahlen entworfene Bild mit dem von den Randstrahlen erzeugten nicht zusammenfallen kann. Ersteres ist deshalb nicht scharf, sondern von einem Lichtschimmer umhüllt, der von einer frühern Durchkreuzung der Randstrahlen herrührt. Diese Verschiedenheit in der Stärke der Brechung von Rand- und Centralstrahlen bezeichnet man mit dem Namen sphärische Aberration (Abweichung oder Abirrung) der Linse.

Man nennt diese Abweichung die sphärische, weil sie durch die Kugelgestalt des optischen Glases verursacht wird. Da die sphärische Aberration der Deutlichkeit der Bilder bedeutenden Eintrag thut, so muss der Optiker natürlich darauf bedacht sein, diesen störenden Fehler der Linse so viel als möglich zu verbessern. Der Mittel aber, um die sphärische Aberration zu reduziren oder fast gänzlich zu entfernen, gibt es hauptsächlich drei:

Erstlich wählt man statt der Biconvexlinse eine Planconvexlinse, welche die ebene Seite dem Objekt zuwendet.

Zweitens lässt man die Lichtstrahlen nur durch die mittlern Partien der Linse treten, indem man den Linsenrand zu verdecken sucht. Diesen Zweck erreicht man durch eine besondere Vorrichtung, die sogen. **Blendung** oder das **Diaphragma.** Dieselbe besteht in einer geschwärzten Metallscheibe, welche in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung besitzt und welche man beim Mikroskop zwischen Kollektiv und Ocular einschaltet. Durch diesen Apparat werden die störenden Randstrahlen, die das Bild eigentlich undeutlich machen, vom Auge abgehalten, und das Bild wird einzig durch die Centralstrahlen, deren Aberration ganz minim ist, entworfen.

Ein drittes Mittel zur Verbesserung der sphärischen Abweichung besteht darin, dass man mehrere schwächere Linsen so kombinirt, dass sie zusammen wie eine einzige stark gewölbte Linse wirken. Durch eine solche Vereinigung wächst die Vergrösserung, ohne dass die sphärische Aberration proportional zunimmt. (Siehe weiter unten über Linsensysteme!)

Die chromatische Aberration äussert sich darin, dass die mikroskopischen Bilder von farbigen Rändern umgeben erscheinen, welche Farbensäume der Deutlichkeit des Bildes natürlich in hohem Grade schaden. Spüren wir nun der Ursache nach, welche diese störenden Farbenränder bewirkt. Bekanntlich ist das weisse Sonnenlicht aus den 7 Farben des Regenbogens oder des Spectrums zusammengesetzt, welche Farben also auf einander folgen: violett, indigo, blau, grün, gelb, orange und roth. So oft nun der weisse, ungetheilte Sonnenstrahl durch ein optisches Prisma, einen Regentropfen (Erscheinung des Regenbogens) oder eine Sammellinse hindurchgeht, so wird er nicht als Ganzes gebrochen, sondern in sieben Strahlen von den Farben des Spectrums zerlegt, und zwar werden die Strahlen der einzelnen Farben in verschieden starkem Grade gebrochen, violett am stärksten, roth am schwächsten. Dadurch erscheinen aber die Bilder von Objekten, die man durch eine einfache, stark vergrössernde Convexlinse betrachtet, mit unnatürlichen Farbensäumen umgeben, welche um so stärker hervortreten, je mehr die betr. Linse vergrössert. Man nennt dies die Farbenzerstreuung oder die achromatische Abweichung einer Linse. Es fragt sich jetzt, wie kann

man diesem zweiten Uebelstande abhelfen. Bei einer einfachen Linse lässt sich die chromatische Aberration nicht beseitigen, wohl aber durch Zusammensetzung eines optischen Glases aus zwei verschiedenen Glassorten. Man hat nämlich beobachtet, dass bei den verschiedenen lichtbrechenden Substanzen Brechungsvermögen und Farbenzerstreuung nicht immer Hand in Hand gehen. Das eine Medium zeigt bei ungefähr gleicher Brechungskraft ein stärkeres Farbenzerstreuungsvermögen als ein anderes. Dies ist z. B. der Fall bei zwei verschiedenen Glassorten, dem gewöhnlichen Crown- (oder Kron-) Glas und dem bleihaltigen Flintglas. Letzteres weist ein bedeutend stärkeres Farbenzerstreuungsvermögen auf als ersteres. Nun erstellt man eine Kombination von einer biconvexen Crownglaslinse und einer planconcaven Flintglaslinse, indem man beide Linsen durch ein lichtbrechendes, durchsichtiges Harz (z. B. Canadabalsam) an einander kittet. Eine solche Doppellinse bringt die gleiche Vergrösserung zu Stande, wie eine einfache planconvexe Linse, erzeugt aber ein nahezu farbenloses Bild; daher nennt man eine derartige Linse eine achromatische (d. h. farblose). Doch lässt sich in der Praxis von solchen achromatischen Linsen nicht immer eine vollständige Farblosigkeit des Bildes erzwecken. Dasselbe zeigt, je nachdem die Flint- oder Crownglaslinse etwas überwiegt, im erstern Fall einen zarten blauen, im zweiten einen leichten rothen Schimmer.

Eine gute achromatische Linse ist zugleich auch ein Mittel, um die sphärische Aberration zu reduziren. Eine Linse, welche weder die Mängel der sphärischen noch diejenigen der achromatischen Aberration aufweist, heisst eine aplanatische.

Die Linsen (namentlich die Objektive) bilden einen so wichtigen Bestandtheil eines Mikroskopes, dass dieselben wohl einer einlässlicheren Besprechung werth sind. Gegenwärtig braucht man für Objektivlinsen ausschliesslich achromatische Doppellinsen, und zwar ist für ganz schwache Vergrösserungen eine einzige Doppellinse in der Regel ausreichend. Anders gestaltet sich jedoch die Sache für mittlere, starke und ganz starke Vergrösserungen. Wollte man für starke Vergrösserungen nur eine Doppellinse in Anwendung bringen, so würde diese sehr klein und stark convex ausfallen, deshalb nur wenig Licht durchlassen, also ein dunkles Bild geben und zudem eine bedeutende sphärische Aberration zeigen. Da nun mehrere schwächere Linsen, die mit einander in Verbindung stehen, den gleichen Effekt besitzen, wie eine einzige starke Linse, so setzt man jetzt überall für stärkere Vergrösserungen die Objektive aus 2 oder 3 (sogar 5—7) Doppellinsen zusammen. Eine solche Combination von 2, 3 oder mehr Doppellinsen nennt man ein **Linsensystem.** Ein derartiges System hat also die nämliche Wirkung, wie eine einzige starke Linse; dagegen entwirft es ein helleres, schärferes Bild.

Die bessern Linsensysteme der Gegenwart sind so eingerichtet, dass die einzelnen Linsen in einer Messingfassung fest miteinander verbunden sind, so dass sie sich nicht auseinander nehmen lassen (bleibendes System), und zwar ist die kleinste, stärkste Linse nach unten, die schwächste nach oben gekehrt. Jeder Bestandtheil der Combination wendet dem Objekt die ebene Fläche zu. Gewöhnlich besitzt jedes bessere Instrument mehrere (3—4) solcher Linsensysteme, von denen eines für schwächere, ein anderes für mittlere und ein drittes für starke Vergrösserungen dient. Diese Systeme werden von den Optikern mit den fortlaufenden Zahlen von 1 bis 9 (sogar bis 11 und 12) versehen, wobei 1 die schwächste, 9 (event. 11 oder 12) die stärkste Combination repräsentirt. Für die Bedürfnisse der höhern Volks- und Mittelschule sind System 1, 3 und 7 (event. auch 5) vollkommen ausreichend.

Fig. 2.
Linsensystem.

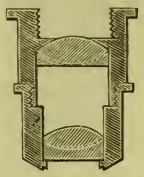


Fig. 3.
Objektiv (im Längsschnitt).

Bei mikroskopischen Demonstrationen schraubt man jeweils dasjenige System an den untern Theil des Tubus, das man für die betreffende Beobachtung für zweckentsprechend ansieht. Aeusserlich erkennt man die Stärke der verschiedenen Systeme schon an dem Durchmesser der untersten Linse: je kleiner der Durchmesser derselben, desto stärker das System und umgekehrt.

Weniger zweckmässig (wenn auch billiger) als das bleibende ist das zerlegbare Linsensystem. Dieses trifft man noch ziemlich häufig bei wohlfeileren Instrumenten (namentlich Pariser Fabrikat). Ein solches System ist aus 3—4 Doppellinsen von verschiedener Stärke zusammengesetzt. Jede Linse sitzt in einer besondern Messingfassung, und diese einzelnen Fassungen lassen sich ineinander schrauben und wieder auseinander nehmen. Auf diese Weise kann man eine Linse allein oder eine beliebige Combination von 2, 3 oder 4 Linsen zur mikrosk. Beobachtung verwenden. Diese Einrichtung leidet jedoch an dem Uebelstand, dass durch das oft wiederholte In- und Auseinanderschrauben die Linsen die richtige Entfernung von einander verlieren und die optischen Achsen der diversen Linsen nicht immer in eine einzige Gerade fallen, was natürlich der Schärfe des Bildes schadet.

Das **Ocular**, welches dazu dient, um das vom Objektiv erzeugte Bild noch weiter zu vergrössern, besteht aus zwei einfachen Gläsern, die in ein besonderes Rohr eingefügt sind, welch' letzteres auf der innern Fläche geschwärzt ist, um die Spiegelung der Lichtstrahlen zu verhindern. Die bald längere, bald kürzere Ocularröhre

trägt am obern Ende eine planconvexe Linse (das eigentliche Augenglas oder Ocular), deren ebene Fläche dem Auge des Beobachters zugekehrt ist. Am untern Ende findet sich mit abwärts gerichteter Wölbung die ebenfalls planconvexe Kollektivlinse. Der Abstand beider Linsen muss genau bestimmt und vollkommen unveränderlich sein. Zwischen den zwei optischen Gläsern liegt die bereits vorhin erwähnte Blendung. — Die Oculare werden in verschiedener Stärke angefertigt, und bezeichnet man dieselben nach ihrer Vergrösserung mit den Zahlen von 0 bis V oder VI, No. 0 ist das schwächste, No. V oder VI das stärkste Ocular. Die schwächeren Oculare sind sehr leicht daran kenntlich, dass sie länger, die stärkeren daran, dass sie kürzer sind. Zudem nimmt der Durchmesser des obern (eigentlichen) Augenglases mit Zunahme der Stärke der Combination ab. Beim Gebrauch werden die Oculare einfach in das obere, offene Ende des Tubus eingesteckt und je nach Bedürfniss gewechselt. Für Schulzwecke sind zwei Oculare (etwa No. I und III) vollständig genügend. Ganz überflüssig dagegen ist es, sich die stärkern Nummern, z. B. V oder VI, anzuschaffen. Damit kann man wohl eine stärkere Vergrösserung erzielen und Manches bequemer übersehen; aber die Zunahme der Vergrösserung geschieht diesfalls stets auf Kosten der Helligkeit und Deutlichkeit, so dass das Bild wohl umfangreicher, dafür aber sehr dunkel und undeutlich zu Tage tritt. Ueberhaupt merke man sich an dieser Stelle die längst als richtig anerkannte Combinationsregel:

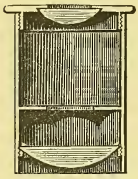


Fig. 4.
Ocular (im Längsschnitt).

Man verbinde lieber starke Objektive mit schwachen Ocularen, als umgekehrt. Am schönsten und deutlichsten erscheint das mikroskopische Bild immer bei Benutzung ganz schwacher Oculare.

Geben wir jetzt eine kurze Beschreibung des **Tubus.** Der Tubus, auch Mikroskopkörper oder kurzweg Rohr genannt, stellt einen hohlen Messingcylinder von bestimmter Länge vor, der innerhalb meist mit matter, schwarzer Farbe angestrichen ist. Oben besitzt das Rohr eine weite Oeffnung, in welche die verschiedenen Oculare ziemlich genau hineinpassen. An der untern Seite des Tubus ist ein Gewinde eingeschnitten, an das die Systeme angeschraubt werden. Bei ganz billigen Instrumenten besteht das Rohr gewöhnlich aus einem einzigen Stück und kann daher nicht verlängert werden. Vortheilhafter dagegen bleibt es, wenn man den Tubus aus zwei Theilen konstruirt, die, wie bei den Fernröhren, ineinander geschoben und ausgezogen werden können. Da sich nach der Länge des Rohres die Grösse des Bildes richten muss, so liefert natürlich der vollständig ausgezogene Tubus ein grösseres Bild als der verkürzte. In-

dessen ist eine übermässige Verlängerung der Röhre für mikr. Beobachtungen nicht zweckmässig, weil man dann nicht mehr leicht in sitzender Stellung arbeiten kann.

Wenn ein Gegenstand unter dem Mikroskop ein deutliches Bild geben soll, so muss sich derselbe in ganz bestimmter Entfernung vom Objektiv befinden. Man nennt nun diese Entfernung des lichtaussendenden Gegenstandes von der Linse die Objektsweite. Letztere ist also beim Mikroskop veränderlich und richtet sich einerseits nach der Stärke der Vergrösserung, anderseits nach der Dicke des Objektes und der Beschaffenheit der Augen. Die Objektsweite ist grösser bei schwacher Vergrösserung, kleiner bei stärkerer; bei ganz starken Systemen fällt sie so minim aus, dass die Objektivlinse das Objekt nahezu berührt. Um die Grösse der Objektsweite reguliren zu können, muss daher am Mikroskop eine Vorrichtung angebracht werden, mittelst der sich die Entfernung von Objekt und Objektiv je nach Bedürfniss vergrössern oder verkleinern lässt. Diese spezielle Einrichtung führt den Namen **Einstellungsapparat;** die Untersuchung selbst heisst Einstellung, und zwar redet man von einer groben und einer feinen Einstellung. Erstere wird meist ohne besondere Vorrichtung einfach dadurch bewirkt, dass man den Tubus, der in eine kurze, federnde Metallhülse knapp hineinpasst, durch eine passende Handbewegung langsam auf- und abwärts dreht, bis man das Bild möglichst deutlich sieht. Bei manchen Instrumenten dagegen bezweckt man die grobe Einstellung nicht durch Drehen des Tubus mittelst der Hand, sondern durch einen eigens dazu eingerichteten Apparat, das sog. Zahntriebwerk. Uebrigens genügen beide Arten der groben Einstellung nur für schwächere Vergrösserungen. Operirt man dagegen mit starken Objektiven, so übt schon eine ganz minime Differenz in der Grösse der Objektsweite auf die Schärfe des Bildes einen grossen Einfluss aus. Die kleinsten Hebungen und Senkungen, die sich durch die grobe Einstellung erzielen lassen, sind für starke Systeme noch viel zu ausgedehnt, und daher muss man für diesen Fall über eine Vorrichtung verfügen, welche im Stande ist, die Mikroskopröhre nur um unendlich wenig aus ihrer Stellung zu verrücken (feine Einstellung). Diesen Zweck erreicht man durch eine sog. Mikrometerschraube, welche meist an der Säule des Stativs angebracht ist, bald auf der obern, bald auf der untern Seite derselben. Der Gang einer solchen Schraube ist von einer so verschwindend kleinen Höhe, dass er auch bei einer vollen Umdrehung der Schraube nur eine ganz unbedeutende Bewegung ausführt. Manche neuern Instrumente (Leitz in Wetzlar) tragen auf der obern Seite der hohlen Messingsäule eine Mikrometerschraube à la Roberval, welcher Apparat etwa folgendermassen aussieht: Die hohle cylindrische Säule des Mikroskopes besitzt

auf der vordern Seite eine ziemlich grosse Oeffnung, durch welche der Hülsenarm in den innern Hohlraum hineinragt. Oben ist die Säule durch einen Deckel verschlossen, in welchen die Mikrometerschraube eingepasst ist. Als Widerstand gegen die Schraube gebraucht man eine stählerne Spiralfeder, welche den untern Theil der Säule ausfüllt und den Hülsenarm sammt Tubus stets in richtiger Höhe hält. Noch ist zu bemerken, dass der Hülsenarm auf seiner obern Seite einen kurzen cylindrischen Stahlansatz trägt, welcher fortwährend mit der Schraube in Verbindung steht. Die unendlich kleinen Bewegungen der Mikrometerschraube theilen sich nun durch das Stahlcylinderchen dem Arm der Hülse mit, so dass letztere mit dem Tubus bald aufwärts, bald abwärts rückt. — Viele billige

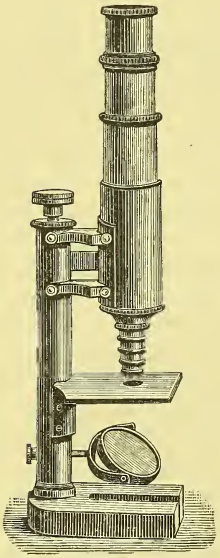


Fig. 5.
Schulmikroskop von E. Leitz. (No. V.)

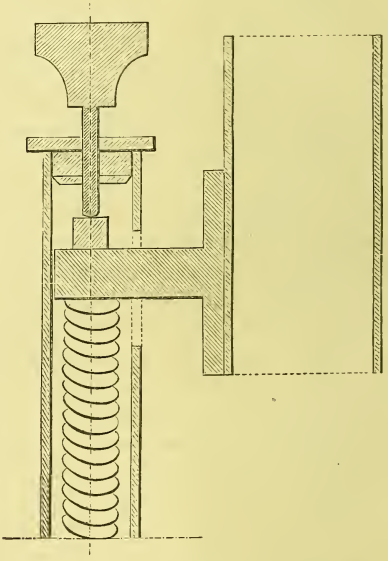


Fig. 6.
Feine Einstellung (Mikrometerschraube à la Roberval) im Längsschnitt.

Mikroskope der Neuzeit (hauptsächlich Pariser Instrumente) tragen die Mikrometerschraube am sogen. Objekttisch. Während also in diesem Falle das Objektiv in unveränderter Lage sich befindet, ist der Objekttisch beweglich eingerichtet. Zu diesem Ende besteht derselbe meist aus zwei Platten, von denen die obere allmälig durch eine Schraube etwas gehoben oder gesenkt werden kann. Diese Einrichtung ist jedoch höchst verwerflich und sollte heutzutage an

keinem bessern Instrumente mehr angetroffen werden; denn das Präpariren auf dem Objekttisch, das Verschieben der Objektträger mittelst den Fingern u. s. w. erfordert durchaus einen sichern und festen Stand des Tisches, wenn nicht die Deutlichkeit des Bildes alle Augenblicke Noth leiden soll. Aus diesem Grunde legen jetzt die guten Optiker auf Solidität und Stabilität des Objekttisches einen ganz besondern Werth und bringen demgemäss die Mikrometerschraube stets an der Säule an.

Als weitere wichtige Bestandtheile eines jeden Mikroskopes führen wir den Objekttisch und den Beleuchtungsapparat an.

Der **Objekttisch**, welcher zum Auflegen des zu untersuchenden Gegenstandes dient, besteht aus einer kreisrunden, quadratischen oder meist rechteckig geformten Messingplatte von 4—5 mm Dicke, welche durch mehrere Schrauben an der Säule befestigt wird, so dass der Tisch vollständig unverrückbar bleibt. In der Mitte besitzt diese Platte eine kreisförmige Oeffnung von 10—15 mm Durchmesser. Durch diese Bohrung treten die von unten kommenden, vom Spiegel reflektirten Lichtstrahlen und beleuchten das auf dem Tische befindliche Objekt. Die Oberfläche des Objekttisches muss völlig eben sein, darf aber nicht aus polirtem Metall bestehen, damit keine Spiegelung des Lichtes auf die Objektivlinse stattfindet. Deshalb wird der Tisch (desgleichen die Drehscheibenblendung und die Spiegelfassung) mit einer matten schwarzen Farbe angestrichen. Noch besser ist es, wenn man ihn mit einer mattgeschliffenen Platte von schwarzem Glas bedeckt, wodurch er zugleich gegen die zerstörenden Einwirkungen von Säuren, Harzen etc. geschützt ist. Eine Hauptanforderung, welche ein zweckentsprechender Objekttisch zu erfüllen hat, ist die, dass er nicht zu klein, namentlich nicht zu schmal sein darf; er soll wenigstens 5 cm Breite auf 8 cm Länge nachweisen. Die kreisrunden Tische der ganz wohlfeilen Mikroskope mit Trommelstativ (im Preise von 15—20 Frcs.) leiden fast alle an dem Uebelstand, dass sie viel zu schmal sind, so dass man das jetzt überall übliche grosse (englische) Format der Objektträger für diese Instrumente gar nicht gebrauchen kann. — Als mehr oder minder nothwendige Beigabe zum Objekttisch mögen auch die sog. **Klammern** Erwähnung finden. Es sind dies entweder federnde Stahlstreifen, die man auf dem Tische festschraubt oder schwerere, etwas gebogene Messingplättchen, die an einem Stahlcylinder befestigt sind. Die beiden Metallcylinderchen können in 2 Oeffnungen des Tisches eingelassen werden. Diese Klammern haben die Bestimmung, den Objektträger (mit dem Objekt) in unveränderter Lage auf dem Objekttisch festzuhalten und leisten deshalb gute Dienste, wenn man ein Präparat längere Zeit hindurch unter dem Mikroskop zu beobachten wünscht, um die mit ihm vorgehenden Veränderungen zu studiren oder wenn

der Tisch eine schräge Stellung erhält, was bei allen denjenigen Instrumenten zutrifft, deren Säule zum Umlegen eingerichtet ist. In schräger oder senkrechter Lage des Tisches müsste natürlich der Objektträger nothwendig vom Objekttische heruntergleiten, wenn er nicht durch die Klammern festgehalten würde. Hier sind also die Klammern nicht nur wünschenswerth, sondern geradezu unentbehrlich, während man bei horizontaler Stellung des Tisches füglich von denselben Umgang nehmen kann.

Zu dem **Beleuchtungsapparat**, welchem die Aufgabe zufällt, dem Objekt die erforderliche Lichtmenge zuzuführen, rechnen wir den Spiegel, die Blendung und die Beleuchtungslinse.

Will man opake Gegenstände unter dem Mikroskop beobachten, z. B. undurchsichtige Krystalle, kleine Muschel- oder Schneckenschalen, Insekten etc., so macht man von der Beleuchtung durch auffallendes oder reflektirtes Licht Gebrauch. Da in diesem Falle das vom Spiegel kommende Licht nur störend wirken würde, so verschliesst man die centrale Oeffnung des Objekttisches durch die Blendung oder bedeckt dieselbe mit schwarzem Papier oder braucht einen Objektträger, den man mit Eisenlack oder Tusche geschwärzt hat. Für schwache Vergrösserungen wird alsdann der Gegenstand von oben hinreichend stark beleuchtet und dadurch, dass er die von oben und von der Seite auf ihn fallenden Lichtstrahlen in unser Auge zurückwirft, sichtbar. Er erscheint alsdann hell auf dunklem Grunde. Anders gestaltet sich jedoch die Sache bei stärkern Vergrösserungen. In diesem Falle muss man Hülfsapparate anwenden, welche die Beleuchtung verstärken. Als solche existiren mehrere Vorrichtungen, wie z. B. die **Beleuchtungslinse**, das Beleuchtungsprisma und der Lieberkühn'sche Spiegel. Sprechen wir hier nur von ersterer, als der bekanntesten. Die Beleuchtungslinse repräsentirt eine grosse biconvexe oder planconvexe Glaslinse, die mit einer geschwärzten Messingfassung versehen ist. Sie steht in Verbindung mit dem Tubus, dem Objekttisch oder dem Fuss des Mikroskopes, oder sie wird auf einem besonderen Stativ vor das Instrument hingestellt. Durch Kugelcharnire wird es möglich, dieselbe nach allen Seiten ungehindert bewegen zu können. Zur Beleuchtung undurchsichtiger Gegenstände ist sehr helles Tageslicht (auch direktes Sonnenlicht) zu wählen. Um die Wirkung zu verstärken, bringt man dann die Beleuchtungslinse so zwischen die Lichtquelle (Sonne oder Lampe) und das Objekt, dass der Brenn-

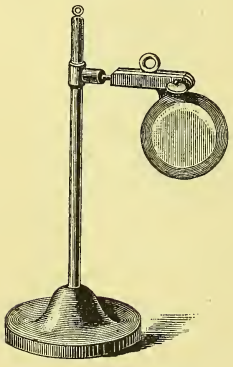


Fig. 7.
Beleuchtungslinse.

punkt der Linse mit letzterem nahezu zusammenfällt. Die durch die Linse hindurchgehenden Lichtstrahlen werden auf der Oberfläche des Gegenstandes gesammelt und rufen daselbst eine verstärkte Helligkeit hervor.

Für die Beleuchtung durchsichtiger oder durchscheinender Objekte bedient man sich des durchfallenden Lichtes. Man lässt die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen auf einen Spiegel fallen; hier werden sie reflektirt, gehen durch die Oeffnung des Objekttisches hindurch, fallen auf die dem Auge abgewendete Seite des Gegenstandes und gelangen durch das Mikroskop in's Auge. Treffen die Lichtstrahlen das Objekt in ziemlich senkrechter Richtung, so hat man es mit gerade durchfallendem oder centrischem Lichte zu thun. Dagegen nennt man die Beleuchtung eine schiefe, schräge oder excentrische, wenn die vom Spiegel reflektirten Strahlen das Präparat in schräger Richtung durchdringen. Die schräge Beleuchtung bietet gegenüber der centrischen manche Vortheile und lässt im Bau zarter, transparenter Objekte oft Details erkennen, welche bei gerade durchfallendem Lichte verborgen geblieben wären. Daher sollte auch bei billigeren Instrumenten der Spiegel immer so eingerichtet sein, dass er neben der geraden auch eine schräge Beleuchtung ermöglicht. Bei ganz einfachen Mikroskopen mit Trommelgehäuse ist dies freilich nicht durchführbar. Hier ist der Spiegel lediglich um eine horizontale Axe drehbar und gestattet deshalb keine excentrische Beleuchtung. Besitzt hingegen das Instrument ein Säulenstativ, so ist Raum genug vorhanden, um den Spiegel mittelst eines an der Säule befestigten Armes (Fig. 1) nach allen Seiten möglichst frei bewegen zu können, und dann ist begreiflicherweise auch eine völlig schiefe Beleuchtung möglich.

Was die Form des Reflektionsspiegels anbetrifft, so kommt bald der ebene, bald der Concavspiegel zur Anwendung. Der Planspiegel reicht jedoch nur für schwache und mittlere Vergrösserungen aus. Arbeitet man dagegen mit stärkeren Systemen, so muss der Lichtreflex durchaus von einem Hohlspiegel besorgt werden. Ein solcher besitzt bekanntlich die Eigenschaft, die parallel auf ihn fallenden Lichtstrahlen so zu reflektiren, dass sich alle im Brennpunkt vereinigen. In diesem Punkte findet alsdann eine bedeutende Konzentration von Licht statt. In Folge dessen erleuchtet ein Concavspiegel einen Gegenstand, der sich in der Nähe von seinem Focus befindet, viel stärker, als ein ebener Spiegel, der die Strahlen parallel entlässt. — Da für die verschiedenen mikrosk. Untersuchungen ein Plan- und ein Concavspiegel gleich wünschbar sind, so trägt in der Regel der ebene Spiegel auf seiner Rückseite auch noch einen Concavspiegel, so dass man je nach Bedürfniss für schwache Vergrösserungen den ebenen, für stärkere den Hohlspiegel als Reflexmittel

gebrauchen kann. Jedes Instrument, das auf das Attribut „gut“ Anspruch erheben will, sollte einen solchen **Doppelspiegel** besitzen.

Bei vielen völlig durchsichtigen und sehr zarten Gegenständen (z. B. Epidermis von Blättern, Muskulatur, Diatomeen etc.) würde der durch das Loch des Objekttisches tretende Lichtkonus eine viel zu grelle Beleuchtung hervorrufen. Die Einzelheiten des innern Baues sowohl, als die das Objekt begrenzenden Konturen würden in diesem Falle bei zu intensiver Erleuchtung mehr oder weniger unsichtbar werden. Zur Verdeutlichung des mikrosk. Bildes ist es deshalb häufig nöthig, die Beleuchtung zu moderiren, was durch Abschneiden eines Theils der reflektirten Lichtstrahlen geschieht. Man kann diesen Zweck bis zu einem gewissen Grade durch Verstellen des Spiegels erreichen. Zweckmässiger bleibt es jedoch, die Bohrung des Objekttisches in verschiedener Art zu verkleinern, und hiezu dienen die sog. Blendungen oder Diaphragmen, von denen zwei Arten unterschieden werden: **Drehscheibenblendungen** und **Cylinderblendungen.** Die ersteren kommen häufiger vor (namentlich bei Schulmikroskopen), obschon die Cylinderblendungen eigentlich den Vorzug vor denselben verdienten. Die Drehscheibenblendung besteht in einer dünnen, kreisrunden, mit matter Farbe geschwärzten Metallscheibe, welche an der untern Seite des Tisches durch eine Schraube oder einen Knopf in der Art befestigt ist, dass sie um ihre vertikale Axe in horizontaler Ebene gedreht werden kann. Dieselbe besitzt eine Reihe (4—6) kreisförmiger Oeffnungen von verschiedener Weite, deren Mittelpunkte alle in der Peripherie eines vom Centrum der Scheibe aus beschriebenen Kreises liegen. Wenn nun beim Drehen der Scheibe successive grössere und kleinere Drehscheibenbohrungen unter die Oeffnung des Objekttisches treten, so gelangt eine grössere oder kleinere Lichtmenge vom Spiegel auf den Gegenstand, und letzterer wird in Folge dessen stärker oder schwächer beleuchtet. Noch sei an dieser Stelle bemerkt, dass die kleinsten Löcher der Drehscheibe nur bei ganz starken Vergrösserungen und bei Objekten von sehr feiner Struktur in Gebrauch zu nehmen sind.

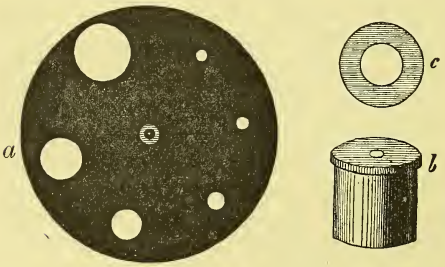


Fig. 8.
Diaphragmen: a) Drehscheibe, b) Cylinderblendung, c) Blendscheibe.

Die **Cylinderblendungen** (Fig. 1) sind cylinderförmige Röhren von Messing, welche unten offen, oben aber durch einen Deckel geschlossen

sind, in dem sich eine kreisrunde Oeffnung vorfindet. Diese mit einem grössern oder kleinern Loche versehene Scheibe (Blendscheibe) stellt die eigentliche Blendung vor. Meistens besitzt ein Mikroskop mehrere solcher Blendscheiben mit verschieden weiten centralen (oder auch excentrischen) Oeffnungen, welche Scheiben auf den Messingcylinder aufgesetzt und nach Belieben gewechselt werden können. Auf der untern Seite des Objekttisches bemerkt man an einer besondern Vorrichtung, dem sog. Schlitten, eine kurze Hülse, in welche jener Cylinder ganz genau hineinpasst und daselbst durch eine Schraube gehoben und gesenkt werden kann. Durch dieses abwechselnde Heben und Senken der Cylinderblendung bewirkt man, dass mehr oder weniger Licht auf das Objekt fällt, dieses also stärker oder schwächer beleuchtet wird. Dieses Höher- und Tieferstellen des Cylinders gewährt daher die Möglichkeit, mit derselben Blendung verschiedene Grade von Lichtstärke zu erhalten. Eine solche Cylinderblendung gestattet die feinsten Nüancen in der Stärke und Richtung des angewendeten Lichtes, wesshalb man sie auch an keinem kostspieligern, bessern Instrument vermisst. Für weniger subtile Untersuchungen dagegen (auf der Stufe der höhern Volks- und Mittelschule) ist eine Drehscheibenblendung, die den Preis des Mikroskops stets um 6 bis 8 Frcs. niedriger stellt, vollkommen ausreichend.

Das **Stativ** spielt bei der Beurtheilung eines Mikroskops eine ziemlich untergeordnete Rolle, und wollen wir deshalb die Beschreibung desselben etwas kurz fassen und dies um so mehr, da die Einrichtung des Gestelles nach Preis und Zweck der Instrumente sehr variirt und es deshalb geradezu unmöglich ist, eine für alle Fälle passende Skizzirung dieser Theile zu schaffen. — Beginnen wir mit dem untersten Theile des Stativs, mit dem Fuss. Damit das Instrument eine möglichst stabile Stellung erhält, muss der Fuss solid und schwer sein und ist deshalb (wie überhaupt das ganze Gestell) aus Messing massiv gearbeitet. Früher gab man demselben meist eine kreisrunde oder viereckige Gestalt. Gegenwärtig aber ertheilt man ihm fast allgemein die Form eines Hufeisens, weil man sich überzeugt hat, dass diese Gestalt genügende Garantie für einen sichern Stand des Mikroskops bietet. Hie und da trifft man auch noch den Dreifuss an, der sich oft zusammenlegen lässt. Die Verbindung zwischen Fuss und Objekttisch kann gleichfalls eine sehr verschiedene sein. Bei vielen ganz billigen Instrumenten erhebt sich über dem kreisförmigen Fuss ein sog. Trommelgehäuse, d. h. ein weites, kurzes Messingrohr, welches vorn eine ziemlich grosse Oeffnung besitzt und oben durch den meist kreisrunden Objekttisch verschlossen ist. Im Innern der Trommel liegt alsdann der Spiegel, der nur um eine wagrechte Achse drehbar ist. Das Trommelgehäuse geht oberhalb des Tisches in eine Hülse über, die den

Tubus trägt. Weitaus bei den meisten Mikroskopen ist auf den Fuss eine kräftige cylindrische oder prismatische Säule oder auch ein gekrümmter Bügel aufgeschraubt, an welcher Säule der Spiegel, der Objekttisch und durch einen beweglichen Arm die Hülse mit dem Tubus befestigt sind. Oftmals ist der Bügel oder die Säule unten mit einem senkrechten Schlitz versehen, so dass man den Beleuchtungsspiegel in demselben höher oder tiefer stellen kann. Bei einigen Instrumenten bemerkt man an der Säule in der Nähe des Fusses ein Charnier, wodurch sich das Stativ umlegen und so in schräger Richtung gebrauchen lässt.

B. Prüfung und Ankauf des Mikroskopes.

Die Natur bietet uns eine Anzahl mikroskopischer Objekte von so feiner Textur und so zarter Oberflächenzeichnung, dass dieselben nur durch ganz gute Instrumente wahrgenommen werden können. Man sieht an denselben mit bessern Mikroskopen gewisse Details, die sich mit weniger vollkommenen gar nicht entdecken lassen. Diese Gegenstände können daher als Mittel dienen, um die Leistungsfähigkeit eines Instrumentes zu prüfen, und man nennt sie aus diesem Grunde **Probeobjekte** oder **Testobjekte.** Als solche verwendet man gegenwärtig zur Prüfung etwas kostspieliger Mikroskope die Kieselpanzer verschiedener Diatomeen-Arten, welche Objekte von den meisten optischen Firmen und mikrosk. Laboratorien leicht zu beziehen sind. Viele Optiker legen dieselben bei Ablieferung ihrer Instrumente auch gratis bei. Jene Kieselpanzer sind bei vielen Arten auf ihrer Oberfläche mit so ausserordentlich feinen Zeichnungen versehen (längsgestreift, quergestreift, facettirt, von der Mitte aus radial gestreift etc.), dass sich diese niedlichen Dessins nur durch starke Systeme ganz guter Instrumente befriedigend auflösen lassen, und gerade deshalb bilden die Kieselgerüste einiger Diatomeen ein so ausgezeichnetes Prüfungsobjekt. Als solches ist zur Zeit überall Pleurosigma angulatum im Gebrauch. Betrachtet man ein derartiges Präparat mit einem schwachen oder mittlern System, so erscheint der schwach S-förmige oder rautenförmige Panzer vollkommen glatt und ohne Zeichnung; einzig bemerkt man im Längsdurchmesser eine etwas vorspringende Leiste mit einem kleinen Knopfe im Centrum. Gebraucht man aber unter Anwendung schiefer Beleuch-

tung ein starkes System (z. B. System 7, combinirt mit Ocular I), so kommen bei einer Vergrösserung von 300—350 drei verschiedene Systeme von parallelen Linien zum Vorschein, die theils quer über die Schale verlaufen, theils in schiefer Richtung sich kreuzen. (Die beiden schiefen Liniensysteme schneiden die Querlinien unter einem Winkel von 60°.) Diese drei sich kreuzenden Liniensysteme treten natürlich bei Vertauschung von Ocular I mit III, also bei einer Ver-

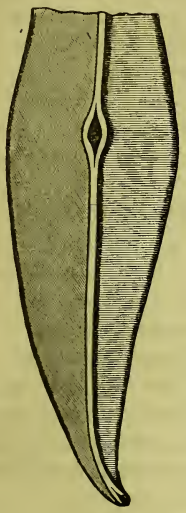


Fig. 9.
Pleurosigma angulatum.

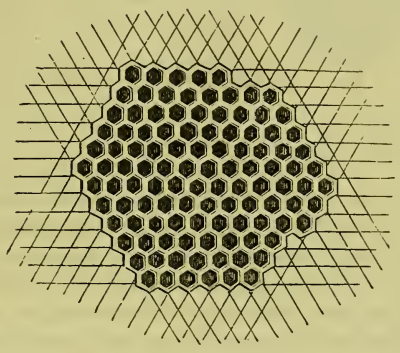


Fig. 10.
Felder des Pleurosigma angulatum (stark vergrössert).

grösserung von etwa 500, noch deutlicher hervor, und sieht man alsdann die schwer zu entdeckenden Querlinien, die auf der Längsleiste senkrecht stehen, mit vollkommener Schärfe. Stellt man die Beobachtung mit den stärksten Objektiven (9, 10 oder 11) an, so erscheint die Diatomeenschale mit lauter kleinen sechseckigen Feldern bedeckt (facettirt), welche durch Kreuzung jener drei Liniensysteme hervorgebracht werden. Verwendet man nun Pleurosigma angulatum als Testobjekt, so soll jedes einigermassen gute Instrument bei circa 300facher Vergrösserung wenigstens die beiden schiefen Liniensysteme scharf und deutlich nachweisen. Andernfalls verdient das Mikroskop das Prädikat g u t nicht und ist deshalb zu dessen Ankauf nicht zu rathen.

In früheren Jahren brauchte man statt der jetzt überall üblichen Diatomeenpräparate die Schuppen, welche staubartig die Flügel der Falter bedecken, als Testobjekte. Allein nach dem jetzigen Stand

der optischen Instrumente würden derartige Objekte als Prüfungsmittel guter Mikroskope nicht mehr ausreichen. Zur Verification weniger vollkommener Instrumente mögen sie allenfalls noch angehen und gelangen auch in diesem Sinne als Probeobjekte heut zu Tage noch ziemlich häufig zur Verwendung, namentlich die Schuppen von Hipparchia Janira (gelbes Sandauge), eines auf Wiesen ziemlich häufigen dunkelbraunen Tagschmetterlings. In Ermangelung eines solchen Exemplars kann man auch die Schuppen von Kohlweissling, Citronenfalter, Argus etc. zur Prüfung des Mikroskops benutzen. Alle diese Schmetterlingsschuppen sind stets nach zwei Richtungen gestreift. Die Längsrippen, die entweder ganz gerade oder etwas geschweift, aber stets parallel verlaufen, sind schon bei schwacher Vergrösserung (bis 70) zu sehen. Schwieriger dagegen sind die Querstreifen zu entdecken. Es sind dies kleine, sehr nahe bei einander liegende Verdickungen, welche die Längsrippen mit einander verbinden und die eine theils quere, theils etwas schräge Richtung besitzen. Natürlich sind Dicke und Entfernung dieser Querrippen nicht bei allen Schuppen die gleichen; aber immerhin braucht es ein gutes System, um sie befriedigend aufzulösen. Soll ein Mikroskop den Anforderungen der Gegenwart entsprechen, so muss dasselbe die Längsstreifen bei 60—80maliger und die Querstreifen jedenfalls bei 200facher Vergrösserung scharf erkennen lassen.

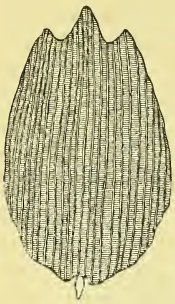


Fig. 11.
Schuppe von Hipparchia Janira.

Anmerkung. Manchmal hat man zur Prüfung der Linsensysteme nicht gerade ein Pleurosigma-Präparat oder Hipparchia-Schuppen zur Verfügung. In diesem Falle kann man sich auch anderer leicht erhältlicher Objekte bedienen, die gleichfalls den Zweck mehr oder weniger erreichen lassen. Als solche erwähnen wir etwa Kartoffelstärke, Muskulatur von Krebsen und Insekten etc., von welchen Präparaten später ausführlich die Rede sein soll.

Beim **Ankauf** resp. bei der Auswahl eines passenden Instruments hat man in erster Linie auf die Qualität der Linsensysteme sein Augenmerk zu richten. Aber auch der mechanische Theil des Mikroskops, d. h. die Einrichtung und Ausstattung des Stativs ist nicht ganz ausser Acht zu lassen. Der Objekttisch soll unbeweglich und nicht zu klein, namentlich nicht zu schmal sein. Ferner muss jedes bessere Instrument einen Doppelspiegel besitzen, der, nach allen Seiten ungehindert drehbar, eine schiefe Beleuchtung erlaubt. Zur Regulirung der Beleuchtung ist eine Drehscheibenblendung vollkommen genügend. Endlich darf eine Mikrometerschraube, zur feinen Einstellung dienend, an keinem Mikroskop fehlen. Als Stativ wähle man ein mittelgrosses, schweres und solides Hufeisenstativ. Was

speziell die Bedürfnisse der höhern Volks- und Mittelschulstufe anbelangt, so reicht man mit System 1, 3 und 7 und Ocular I und III vollständig aus, und lassen sich damit 6 verschiedene Vergrösserungen erzielen, die etwa in folgender Progression fortschreiten: 30, 50, 75, 100, 340 und 500. Will man aus diesem oder jenem Grunde auf starke Vergrösserungen Verzicht leisten, so kann man System 7 entbehren, muss sich aber dann statt desselben eine schwächere Linsencombination (etwa No. 5) beschaffen. In diesem Falle würde die progressive Reihenfolge der Vergrösserungen ungefähr folgendermassen lauten: 30, 50, 75, 170 und 250. Für ein gutes Mikroskop nach der zuerstgenannten Ocular- und Systemcombination hätte man ca. 130—150 Frcs. auszusetzen. Mit Weglassung von System 7 und Einführung von System 5 würde sich der Ankaufspreis um 15—20 Frcs. billiger stellen. Uebrigens existiren in den Preis-Courants der verschiedenen optischen Firmen für die nämlichen Instrumente ziemlich grosse Differenzen, und sind unter obigen Angaben jedenfalls die Minimalansätze zu verstehen. Als ganz zuverlässige Bezugsquellen von wirklich guten, leistungsfähigen Mikroskopen sind nachstehende Optiker zu erwähnen: Hartnack & Prazmowsky in Potsdam und Paris, Nachet & fils in Paris, Verick in Paris, Chevalier in Paris, Carl Zeiss in Jena, Seibert & Kraft in Wetzlar, Schieck in Berlin, Leitz in Wetzlar, Winkel in Göttingen etc. Nach dem Urtheile von kompetenten Fachmännern nehmen gegenwärtig die Instrumente von Hartnack die erste Stelle ein, und wurden seine vortrefflichen Leistungen bis heute von keinem andern Optiker erreicht, geschweige übertroffen. Von der Vorzüglichkeit seiner Fabrikate legt die kolossale Verbreitung derselben bei Fachleuten und Studirenden das glänzendste Zeugniss ab. Ihrer Einführung in die Schulen tritt einzig der hohe Preis hemmend in den Weg. Ein Instrument von Hartnack mit der oben beschriebenen Auswahl von Systemen und Okularen käme z. B. auf 200—220 Frcs. zu stehen. Auch die übrigen französischen Firmen (Nachet, Verick und Chevalier) erfreuen sich eines guten Rufes, haben aber alle (im Vergleich mit den deutschen Firmen) etwas hohe Preisansätze. Unter den deutschen Optikern behaupten Seibert und Kraft, Zeiss und Leitz den ersten Rang. In der neuesten Zeit hat sich hauptsächlich Leitz durch seine äusserst gewissenhaften Leistungen rühmlich hervorgethan. Seine Instrumente zeichnen sich durch Eleganz und Solidität der Messingarbeit, sowie durch zweckmässige Konstruktion der einzelnen Bestandtheile vortheilhaft aus. Die beiden Aberrationen sind sorgfältig korrigirt, und lassen Lichtstärke, sowie Schärfe und Klarheit der Bilder nichts zu wünschen übrig. Selbst die stärksten Nummern der Systeme besitzen eine relativ noch sehr grosse Focaldistanz. Die Instrumente sind durchgängig mit ausziehbarem Tubus

versehen und befinden sich in elegantem, verschliessbaren Mahagonikasten. Selbst die kleinern Mikroskope von Leitz haben Drehscheibenblendung, eine Mikrometerschraube à la Roberval und einen allseitig beweglichen Doppelspiegel, lauter Bestandtheile, die den Werth eines einfachen Instrumentes wesentlich erhöhen. Trotz der trefflichen Leistungsfähigkeit hat Leitz die Preise seiner Systeme, Oculare und Stative äusserst niedrig gestellt, wie nachfolgender Preis-Courant aufs Deutlichste zeigt:

a) Systeme:

System	No.	1—3:	18 Frcs.	75	Cts.
„	„	4—5:	31 „	25	„
„	„	6:	37 „	50	„
„	„	7:	40 „	—	„
„	„	8:	50 „	—	„
„	„	9:	87 „	50	„

b) Gewöhnliche Oculare:

No. 0, I, II, III, IV und V à 7 Frcs. 50 Cts.

c) Stative (mit Behälter):

Kleinstes Stativ:	30	Frcs.
Kleines Stativ:	50	„
Mittleres Stativ:	75	„

Diesen relativ niedrigen Preisen ist es zuzuschreiben, dass die Leitz'schen Mikroskope (namentlich die kleinern Instrumente) von Dilettanten, Studirenden und Schulen, die gern ein gutes Instrument besitzen und doch keine allzu grosse Summe dafür opfern möchten, gegenwärtig so gesucht sind. Verfasser ist seit mehreren Jahren im Besitze eines kleinern Mikroskopes von Leitz (Ocular I und III, System 1, 3, 5 und 7), und kann er die äusserst sorgfältige Konstruktion, sowohl des optischen, als des mechanischen Theiles nicht genug hervorheben. Jeder Lehrer, der über einen Kredit von 130 bis 150 Frcs. verfügt, sollte wahrlich nicht versäumen, sich ein derartiges Instrument für seine Schule anzuschaffen. Will man jedoch keinen so grossen Betrag verausgaben, so liefern Leitz, Nachet in Paris und Wasserlein in Berlin auch noch billigere Apparate zum Preise von 60—80 Frcs., die in manchen Fällen noch ganz Ordentliches leisten. Mit Mikroskopen von 18—40 Frcs. dagegen, wie sie heutzutage noch sehr viele Mittelschulen besitzen, ist rein nichts anzufangen; denn diese Instrumente zählen zwei, höchstens 3 ganz schwache Linsen und sind in der Regel auch im mechanischen Theil mangelhaft ausgestattet.

Anmerkung. Optikus Ernst in Zürich hält immer einen grössern Vorrath von Mikroskopen (nebst einzelnen Ocularen und Systemen) aus den

renommirtesten Firmen Frankreichs und Deutschlands (Hartnack, Verick, Nachet, Chevalier, Zeiss, Seibert & Kraft, Schieck und Leitz) und können dort einfachere und komplizirtere Instrumente an Ort und Stelle geprüft und ausgewählt werden. (Ein ausführlicher Katalog steht zur Disposition.) Aus der gleichen Quelle sind auch mikroskopische Präparate in reicher Auswahl, sowie diverse Utensilien zur Mikroskopie als: Pincetten, Präparirnadeln, Rasirmesser, Scheeren, Drehtische, Objektträger, Deckgläschen, Präparatenkitt, Canadabalsam, Sandarac, Präparatenkästchen und -Schachteln etc. etc. zu beziehen. Die Bedienung ist durchaus reell.

C. Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes.

Da die Helligkeit und Schärfe des mikroskopischen Bildes wesentlich von der Art und Weise der Beleuchtung abhängig ist, so wird es begreiflich, dass für jede mikrosk. Untersuchung eine passende Beleuchtung von hohem Werthe ist. Auf letztere übt zunächst die Beschaffenheit des Himmels einen grossen Einfluss aus. Das beste Licht zur Beobachtung gibt eine matte, weisse, gleichmässige Bewölkung (auch das von einer weissen Wand reflektirte Licht ist sehr vortheilhaft). Eine etwas weniger günstige Beleuchtung (namentlich für stärkere Vergrösserungen) bringt der blaue, wolkenlose Himmel zu Stande. Das Licht ist zwar in diesem Falle sanft und für das Auge nicht im Geringsten ermüdend, dagegen fehlt ihm für ganz starke Systeme die nöthige Intensität. Sehr störend wirkt das Licht rasch vorüberziehender, bald hellerer, bald dunklerer Wolken, indem man bei einer derartigen Beleuchtung die Spiegelstellung fortwährend ändern muss. Dass bei trüber, regnerischer oder nebliger Witterung mikroskopische Untersuchungen durchschnittlich nur mittelmässig oder sogar schlecht gerathen, ist leicht begreiflich. In dem gleichen Masse, wie ein ganz dunkler Himmel der Deutlichkeit des Bildes Eintrag thut, schadet auch direktes Sonnenlicht den meisten mikrosk. Beobachtungen (wenigstens bei durchfallendem Licht). Abgesehen davon, dass das grelle Sonnenlicht das Auge zu stark angreift, gibt dasselbe zu allerlei Täuschungen Veranlassung, indem z. B. in diesem Falle die Konturen des Bildes von regenbogenartigen Farbensäumen umgeben erscheinen. Will man dagegen opake Objekte mit auffallendem Licht betrachten, so kann man das direkte Sonnenlicht ganz gut in Anwendung bringen. Aus dem Gesagten mag also ein Jeder deutlich ersehen, welcher Zustand des Himmels für mikrosk. Demonstrationen am geeignetsten ist. Für schwächere

Vergrösserungen und nicht besonders zarte Objekte ist auch ein ziemlich dunkles Firmament noch ausreichend; hat man es dagegen mit starken Objektiven und etwas difficilen Gegenständen zu thun, so soll man die Beobachtung nur bei möglichst günstiger Beleuchtung vornehmen.

Auf das Gelingen mikroskopischer Untersuchungen hat natürlich auch die Lage des Zimmers, die Stellung, Grösse und Anzahl der Kreuzstöcke desselben etwelchen Einfluss. Wer sich viel mit dem Mikroskop beschäftigt und über sein Arbeitszimmer frei disponiren kann, der wähle ein solches, welches nach Nordost oder Nordwest gelegen ist und von zwei Seiten her durch möglichst hohe Fenster erhellt wird. Was die Aufstellung des Mikroskops anbetrifft, so placirt man dasselbe am geeignetsten auf einem dem Fenster naheliegenden ziemlich grossen, schweren Tisch (mit festem Stande).

Bei der Durchmusterung eines mikroskopischen Präparates sind nun eine Reihe von Manipulationen vorzunehmen. Der erste Handgriff besteht in der Befestigung der Systeme und Oculare. Zu dem Ende zieht man den Tubus aus der Hülse heraus und schraubt das System an den untern Theil des Rohres an. Das zur Verwendung kommende Ocular lässt man einfach durch die obere Oeffnung in die Tubusröhre hineingleiten. Als Regel merke man sich: Eine jede Beobachtung beginne stets mit schwachen Objektiven; je nach der Natur des Gegenstandes und dem zu verfolgenden Zweck gehe man nachher methodisch zu stärkern Gläsern über. Die schwächern Vergrösserungen erlauben bekanntlich, einen grossen Theil des Objektes zu überblicken; sie liefern ein ausgedehntes Gesichtsfeld und dienen deshalb dazu, sich im mikr. Bilde zu orientiren und diejenigen Details aufzusuchen, die einer stärkern Vergrösserung unterworfen werden müssen. Anfänger fehlen gerade in dieser Beziehung sehr häufig, indem sie, den Werth schwacher Vergrösserungen unterschätzend, gleich von Anfang an zu starken Linsen ihre Zuflucht nehmen. — Nachdem die Befestigung von System und Ocular in Ordnung ist, legt man das zu untersuchende Präparat auf den Objekttisch und zwar so, dass das Objekt ungefähr in die Mitte der centrischen Bohrung zu liegen kommt. Jetzt handelt es sich darum, den Gegenstand von unten durch den Spiegel in geeigneter Weise zu beleuchten, welche Operation zu den ersten Kunstgriffen des Mikroskopikers zählt. Um die Helligkeit des Sehfeldes zu prüfen, wendet man das Mikroskop mit dem Spiegel nach der Lichtseite und schaut nun durch das Ocular, indem man gleichzeitig mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand den Spiegel so lange dreht und bewegt, bis das Gesichtsfeld hinreichend hell und rein erscheint. Man sucht also gleichsam nach Licht. Bei grössern Instrumenten, deren Spiegel nach verschiedenen Richtungen drehbar ist, braucht man bei der Auf-

suchung des Lichtes die Stellung des Mikroskops selbst gar nicht mehr zu ändern, während bei kleinern Mikroskopen mit Trommelstativ ein Rücken und Drehen des ganzen Instruments nach der Lichtseite meist zur Nothwendigkeit wird. — Hat man auf diese Weise das erste Stadium der Beleuchtung (gleichsam die grobe Beleuchtung) regulirt, so schreitet man zur groben Einstellung. Diese wird dadurch bewirkt, dass man den Tubus durch langsames, vorsichtiges Drehen mit der rechten Hand so lange auf- und abwärts bewegt, bis das Bild im Gesichtsfeld erscheint. Sieht man dasselbe einigermassen, aber noch nicht hinreichend klar, so wendet man die feine Einstellung an, d. h. man dreht die Mikrometerschraube nach links oder rechts, bis sich das Bild mit möglichster Schärfe und Helligkeit vor unsern Augen entfaltet. Von der feinen Einstellung sollte man unter allen Umständen Gebrauch machen, auch bei ganz schwachen Linsencombinationen. Die Einstellung betreffend, möge sich der Anfänger folgende Punkte merken:

1. Bei Mikroskopen, die kein besonders schweres Stativ besitzen, ist es nothwendig, letzteres mit der linken Hand festzuhalten, während man den Tubus dreht, damit das Gestell nicht verrückt und so die Beleuchtung in Unordnung gebracht wird.

2. Die Bewegung des Tubus soll keine geradlinig fortschreitende, sondern eine rotirende sein, und zwar darf die Drehung nicht stossweisse, sondern nur in ganz kleinen Zwischenräumen erfolgen, sonst ist zu riskiren, dass bei starken Systemen die unterste Linse plötzlich auf das Deckglas aufstösst und Deckglas, Objekt und sogar Objektiv in Trümmer gehen.

3. Um bei der groben Einstellung ein allfälliges Zerspringen des Deckglases, resp. eine Beschädigung des Systems zu verhüten, thut man gut, die Bewegung des Rohres in umgekehrter Richtung, also von unten nach oben vorzunehmen. Zu diesem Zwecke visirt man von der Seite her horizontal über das Deckglas und dreht den Tubus so lange abwärts, bis die unterste Linse das Deckglas nahezu berührt d. h. mehr, als eigentlich nothwendig ist. Hernach rückt man den Tubus aus freier Hand so lange hinauf, bis das Bild zum Vorschein kommt. Sehr rathsam ist es, sich gleich von Anfang an mit der Objektsweite der verschiedenen Systeme vertraut zu machen. Es wird alsdann nicht vorkommen, dass ein Beobachter mit einem System von kaum 2 mm Brennweite in einer Höhe von vielleicht einigen Centimetern über dem Deckglas nach dem mikrosk. Bilde sucht, oder ein System von bedeutender Fokaldistanz so tief heruntergeschraubt, dass er Deckglas, Präparat oder sogar die Objektivlinse in Gefahr bringt. Obgleich Jeder bald durch Uebung den Abstand kennen lernt, den das Objektiv vom Gegenstand haben muss, so

wollen wir doch ein Beispiel citiren, woraus man die Abnahme der Objektsweite klar ersehen kann:

System No.	1	3	5	7
Objektsweite: (Tubus ausgezogen)	28 mm	6 mm	1 mm	0,5 mm

4. Die feine Einstellung ist für alle Vergrösserungen in Anwendung zu bringen, aber erst dann, nachdem die Umrisse des Bildes bereits sichtbar geworden sind. Dabei soll man in der Handhabung der Mikrometerschraube etwelche Vorsicht walten lassen: Man vollführe keine vollständigen Rotationen, sondern nur kleinere Bruchtheile derselben. Auch drehe man langsam, indem man den Knopf der Schraube mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand fasst. Ist der Schraubengang ausgelaufen, so hüte man sich vor weitern Bemühungen und drehe die Schraube einfach rückwärts. Dass die feine Einstellung von Zeit zu Zeit der Oelung bedarf, versteht sich von selbst. Wer die Mikrometerschraube vernachlässigt, wird bald zur unangenehmen Ueberzeugung gelangen, dass seine feine Einstellung nicht mehr mit dem gehörigen Erfolge arbeitet, und trifft man gerade bei Anfängern eine Menge von Instrumenten, deren Schraube theils einen sog. „todten Gang“ besitzt, theils auf andere Weise Schaden gelitten hat.

Gleichzeitig mit der feinen Einstellung besorgt man in der Regel auch die zartere Nüancirung der Beleuchtung. Dies ist speziell für feine Objekte und starke Vergrösserungen durchaus nothwendig, und greift man in diesem Falle zur sog. schiefen Beleuchtung. Man bringt den Hohlspiegel (ausserhalb der Achse des Mikroskops) in eine mehr oder minder seitliche Stellung, so dass das von ihm reflektirte Licht den Gegenstand in schräger Richtung durchdringt. Während das Auge in das Mikroskop sieht, sind verschiedene Spiegelungen zu versuchen. Für gewisse Objekte wendet man eine möglichst schiefe Beleuchtung an, indem man den Spiegel fast bis zum Objekttisch hinaufdreht. — Anfänger glauben gewöhnlich, das Sehfeld so hell als möglich machen zu müssen und arbeiten so, von einem allzugrellen Licht geblendet, mit rasch schmerzenden Augen. Zudem bleiben ihnen so manche Einzelheiten im mikrosk. Bilde verborgen, die bei einer gewissen Abdämpfung des Lichtes (durch Blendung oder schräge Beleuchtung) sehr schön zu Tage treten.

Nachdem man gelernt hat, einen Gegenstand gehörig einzustellen und seine Beleuchtung zweckmässig zu reguliren, übe man sich, das Präparat auf dem Tisch hin- und herzubewegen. Diese Ortsveränderungen des Objektes sind namentlich bei stärkern Vergrösserungen, wo man nur einen ganz kleinen Theil des Gegenstandes auf einmal überblicken kann, absolut unentbehrlich und für schwächere Systeme dann, wenn das an und für sich grosse Objekt die Peripherie

des Sehfeldes überragt, so dass ein Theil des Bildes unserm Auge entzogen bleibt. Diese Verschiebungen des Präparates bieten dem Anfänger stets einige Schwierigkeiten, weil das Bild des Gegenstandes verkehrt zum Vorschein kommt und daher nach links rückt, wenn man das Objekt nach rechts bewegt und umgekehrt. Doch macht Uebung auch hierin den Meister, und wird man nach kurzer Zeit im Stande sein, den Objektträger während der Beobachtung so hin- und herzuschieben, dass successive alle Theile des Gegenstandes zur Anschauung gelangen. Das Verfahren ist etwa folgendes: Man fasst den Objektträger mit Daumen und Zeigfinger der linken Hand und bewegt denselben auf dem Tisch langsam hin und her, wobei man darauf zu achten hat, dass man das Präparat nicht in die Höhe hebt, ansonst bei kurzer Objektsweite Deckgläschen oder Linse Schaden leiden könnten. Gleichzeitig besorgt man mit der rechten Hand die feine Einstellung und eventuell die Regulirung der Beleuchtung. Erstere muss von Zeit zu Zeit geändert werden, da in der Regel nicht alle Theile des Objektes in der gleichen Ebene liegen und deshalb eine verschiedene Objektsweite verlangen. Das Mikroskop liefert nämlich von den Präparaten stets nur Flächenansichten. Was über oder unter der betrachteten Fläche liegt, ist entweder gar nicht oder doch nur undeutlich sichtbar. Um also einen Gegenstand in allen seinen (verschieden dicken) Partien durchmustern zu können, muss bald höher, bald tiefer eingestellt werden, was sich nur durch geschickten Gebrauch der Mikrometerschraube erreichen lässt. Aus diesem Grunde wird der Beobachter während der ganzen Dauer der Untersuchung die rechte Hand beständig an der Schraube haben, während die linke das Präparat hin- und herschiebt. Damit die linke Hand diese Bewegungen mit möglichster Sicherheit auszuführen vermag, ist es passend, wenn man dieselbe in der Gegend der Handwurzel auf den Tisch aufstützt. Ist das Deckglas allenfalls von einer grössern Menge überflüssigen Harzes umschlossen, so sehe man darauf, dass während des Verschiebens nichts von dem einschliessenden Medium an der Linse hängen bleibt.

Vernehmen wir an dieser Stelle auch Einiges über Instandhaltung und Reinigung des Mikroskops. Jedem Mikroskopiker muss es natürlich daran gelegen sein, sein Instrument so lange als möglich in brauchbarem Zustande zu erhalten. Daher wird er alles das zu vermeiden suchen, was demselben Schaden zufügen könnte. Letzterer kann nicht bloss durch grobe mechanische Beschädigungen (Fall, Stoss etc.), sondern auch durch mehr oder weniger unvermeidliche Einflüsse (Staub oder sonstige Verunreinigungen), sowie durch fehlerhafte Behandlung der Gläser verursacht werden. Darum sei man bei der Aufstellung und Translocation des Stativs äusserst vorsichtig, auf dass man das Instrument nicht umstösst oder gar auf

den Boden fallen lässt. Beim jeweiligen Gebrauch ist das Mikroskop in derselben horizontalen Lage, die ihm sein Behälter gibt, herauszunehmen und hiebei an keinen andern Stellen, als am Fuss und an der Tubussäule anzufassen. Die gleiche Vorsichtsmassregel hat man zu beobachten, wenn das Instrument wieder in den Kasten eingeschlossen wird. Da das zu oft wiederholte Ein- und Auspacken ziemlich umständlich und auch dem Mechanismus des Gestelles nicht gerade besonders dienlich ist, indem die Centrirung darunter leidet, so sollte Jeder, der sein Instrument tagtäglich benutzt, dasselbe unter einer geräumigen Glasglocke aufbewahren, allwo es gegen Staub etc. vollkommen geschützt ist.

Ehe man an die mikroskopische Untersuchung geht, untersuche man die optischen Bestandtheile, d. h. man sehe zu, ob die Systeme und Oculare nicht mit Staub oder anderweitigen Verunreinigungen bedeckt sind. Den Staub beseitigt man am besten mit einem trockenen, feinen Haarpinsel, indem man beim Streichen über die Glasfläche zugleich schwach darüber wegbläst. Dagegen hüte man sich, den Staub mittelst eines Lappens abzureiben, weil harte aufsitzende Staubtheilchen beim Reiben leicht die Gläser ritzen und so beschädigen könnten. Sind die Linsen z. B. durch Wasserdampf getrübt, so wischt man denselben durch feine, alte, oft gewaschene Leinwand oder durch weiches Leder (Hirschleder) sorgfältig ab. Diverse Schmutzflecken entfernt man ebenfalls mit Hirschleder, indem man dasselbe nöthigenfalls mit reinem Wasser etwas befeuchtet, oder die zu behandelnde Linse schwach anhaucht. Festsitzende Schmutzflecken, oder Tropfen von Glycerin, Harz u. s. f., die an dem Objektiv etwa adhärirt haben, lassen sich jedoch durch obige Manipulation nicht wegschaffen. In diesem Falle muss man das Läppchen mit etwas Alkohol benetzen. Hiebei sei man aber vorsichtig und verwende nur ein ganz kleines Tröpfchen der Flüssigkeit. Gebraucht man eine grössere Alkoholmenge, so kann gar leicht ein Theil des Alkohols zwischen die Fassung der Linse eindringen und den Canadabalsam, der Crown- und Flintglas zusammenkittet, erweichen. Eine nothwendige Folge hievon wäre, dass der Kitt sich auflöste und die Linsenbestandtheile auseinanderfielen, welches Unglück nur durch einen geschickten Optiker wieder gut gemacht werden könnte. Bei der Verwendung chemischer Reagentien (Säuren) beobachte man doppelte Sorgfalt, dass die Linsen nicht damit in Berührung kommen. Geschieht solches doch, so nehme man alsbald eine Abspühlung in reinem Wasser und sorgfältige Abtrocknung vor. Recht grosse Deckgläschen schützen gegen solche Unannehmlichkeiten am besten. Wird die Objektivlinse nur durch Wasser benetzt (was sich ziemlich häufig ereignet), so schadet dies nichts. Immerhin muss man in diesem Falle die Linse sofort mit einem trocknen Lein-

wand- oder Lederlappen gehörig abtrocknen. Liesse man das Wasser einfach verdunsten, so würde sich, namentlich wenn es reich an kohlensaurem Kalk ist, auf der Oberfläche eine Kalksalzkruste ausscheiden, die bei einer spätern Reinigung leicht zu kleinen Ritzen oder Schrammen Veranlassung gäbe. — Auch nach gemachtem Gebrauch sollte das ganze Instrument einer gewissenhaften Revision unterstellt werden. Dabei halte man sich für jeden Gegenstand, namentlich für die Systeme und Oculare, ein besonderes Tuch, das an einem gegen Staub geschützten Ort aufzubewahren ist. Das Stativ ist nicht nur häufig zu reinigen, sondern seine Schrauben und Gewinde bedürfen auch von Zeit zu Zeit der Oelung, wozu feines Maschinenöl (Uhrmacheröl) verwendet werden kann. In gleicher Weise öle man die Hülse des Mikroskops ein, wenn sich das Rohr in derselben schwer drehen lässt, was zum Theil durch Oxydation (Grünspanbildung) hervorgerufen wird. Wenn im Gegentheil nach längerem Gebrauch der Tubus in der Hülse allzu beweglich erscheint, so dass er nicht mehr festhält, sondern herabsinkt, so drücke man die Hülse in der Gegend ihres Spaltes etwas zusammen, um sie dadurch enger zu machen. Noch besser erreicht man diesen Zweck, wenn man die Hülse mit einer Schnur umspannt, letztere fest anzieht und das Stativ mit zusammengebundener Hülse einige Stunden stehen lässt.

Zur passenden Aufbewahrung der Systeme und Oculare wird entweder ein besonderes Leder-Etui beigegeben, oder es findet sich in dem hölzernen Behälter, der das ganze Instrument beherbergt, ein Holzklötzchen, welches mehrere cylinderförmige, mit Tuch ausgefütterte Höhlungen besitzt, welch letztere zur Aufnahme des optischen Theiles bestimmt sind. Die Systeme und Oculare sollen in diesen Löchern mit nach oben gekehrter Endlinse placirt werden. Die gleiche Stellung wird ihnen gegeben, wenn man die Linsencombinationen irgendwo auf einer Unterlage niedersetzt. Schliesslich hüte sich jeder Anfänger, die festen Systeme aus irgend einem Grunde auseinander zu schrauben. Jedes System bildet für sich eine festgeschlossene Combination, die keine Abänderung ertragen kann.

Die mikroskopische Wahrnehmung oder das **mikroskopische Sehen**, d. h. die Kunst, die Gegenstände in ihrem Bilde vollkommen richtig zu deuten, ist keineswegs so leicht und muss erst durch vielfache Uebung erlernt werden. Beim Betrachten mit dem Mikroskop ist so Manches anders, als bei dem Sehen mit blossem Auge, dass ein Anfänger sogar erst einige Beschwerden überwinden muss, bevor er in gehöriger Weise beobachten kann. Am meisten werden natürlich die Augen in Mitleidenschaft gezogen. Jeder, der zum ersten Mal anhaltend mikroskopirt, wird sich über Brennen der Augen, Kopfschmerzen und dergl. beklagen. Fährt aber der Betreffende mit seinen Beobachtungen täglich fort und opfert denselben alle Tage

1/2—1 Stunde, so pflegen sich Augenschmerzen, Kopfweh, Schwindel etc. nach kurzer Zeit nicht mehr so heftig einzustellen, und nach und nach verschwinden jene Beschwerden gänzlich. Der Vorwurf, welchen man dem Mikroskop macht, dass durch zu häufiges Beobachten die Augen dauernd angegriffen werden, ist jedenfalls nicht gerechtfertigt; das beweisen alle Mikroskopiker von Profession, die 30 und mehr Jahre tagtäglich mehrere Stunden dem Mikroskopiren gewidmet haben, ohne dass ihre Sehwerkzeuge irgend welchen Schaden litten. Immerhin mögen dem Anfänger einige Vorsichtsmassregeln zur Schonung seiner Augen anempfohlen sein. Vor Allem aus vermeide man eine zu intensive Beleuchtung, die z. B. durch direktes Sonnenlicht oder sehr helles Lampenlicht hervorgerufen wird. Wer sein Auge lieb hat, sollte überhaupt des Nachts bei künstlicher Beleuchtung niemals mikrosk. Untersuchungen vornehmen. Will man aber durchaus des Nachts mikroskopiren, so verdient eine Petroleumlampe mit einer Milchglasglocke empfohlen zu werden. Ferner arbeite man nicht allzu anhaltend. Bei sehr lange fortgesetzten Beobachtungen mache man öftere Pausen, um den Augen Ruhe zu gönnen; ebenso meide man aus leicht einzusehenden Gründen die Zeit unmittelbar nach dem Mittagessen und die Stunden eintretender Dämmerung. Die Ruhepausen haben nicht nur im Interesse der Augen ziemlich häufig einzutreten, sondern auch um die durch das Herabbeugen des Kopfes zum vertikalen Tubus bedingte Ermüdung des Nackens und die damit in Verbindung stehenden Congestionen möglichst ferne zu halten. Um den Blutandrang nach dem Kopfe zu vermeiden, legen manche moderne Optiker einen grossen Werth darauf, das Stativ zum Umlegen einzurichten, so dass der Tubus in schiefer Stellung gebraucht werden kann. — Operirt man mit dem natürlichen Tageslicht, so kann man begreiflicherweise auch durch geeignete Dämpfung der Beleuchtung (mittelst Spiegel und Diaphragmen) selbst viel zur Schonung des Sehorgans beitragen. Auch gewöhne man sich beim mikrosk. Sehen von vorneherein daran, das Auge so nahe als möglich an das Ocular zu bringen. Ferner verwende man beide Augen abwechselnd und halte das nicht beschäftigte stets offen.

Zum Schluss dieses Abschnittes übergehend, wollen wir noch kurz der verschiedenartigen **Störungen** und **Täuschungen** gedenken, die theils durch Luftblasen, theils durch fremde, nicht zum untersuchten Gegenstand gehörige Dinge, theils auch durch Bewegungserscheinungen hervorgerufen werden und die dem Unkundigen oft ein ganz unrichtiges Urtheil von dem betreffenden Objekt einflössen. Durch Luftblasen können Ungeübte zuweilen getäuscht werden, indem sie dieselben für Bestandtheile des Objektes halten. Sie treten sehr häufig auf, wenn man den mikrosk. kleinen Gegen-

stand z. B. mit Wasser benetzt oder in ein anderes lichtbrechendes Medium z. B. in Glycerin, Harz u. s. w. einschliesst. Bei durchfallendem Licht und genauer Einstellung erscheinen dieselben als bald grössere, bald kleinere kreisrunde, helle Scheiben, die von einem dunklen Ringe umgeben sind, welcher am Rande fast schwarz aussieht. Der dunkle Rand tritt um so breiter auf, je stärker die angewandte Vergrösserung ist. Durch Anwendung von Deckgläschen nehmen die zusammengepressten grösseren Luftblasen häufig eine ganz unregelmässige, ein- und ausgebuchtete Gestalt an, weisen aber stets die dunklen, scharf begrenzten Ränder auf. Hat man sich übrigens das mikrosk. Aussehen solcher Luftblasen in Flüssigkeiten einmal eingeprägt, so wird man dieselben stets wieder erkennen und dieselben niemals für etwas anderes deuten, als für das, was sie in Wirklichkeit sind. — Nicht zu verwechseln mit den Luftblasen sind die Fettkügelchen, die in einer wässerigen Flüssigkeit schwimmen (Milch). Auch diese Fetttröpfchen repräsentiren helle kreisrunde Zellen, die von einer dunklen Peripherie umschlossen sind; aber der Uebergang von Licht zu Schatten ist hier ein ganz allmäliger, ohne scharfe Grenze wie bei den Luftblasen. Ein ganz ähnliches Bild wie die Fettkügelchen liefern Oeltropfen (siehe Mandeldurchschnitt). Nur ist hier der Randschatten schwächer.

Sind die Gläser des Mikroskops mit Staub oder Schmutzflecken bedeckt oder gar mit Ritzen versehen, so erscheinen diese Accidentien auch im mikrosk. Bild und können von einem ungeübten Beobachter leicht dem Objekt zugeschrieben werden. Man erkennt sie aber leicht daran, dass sie auch dann noch im Gesichtsfeld zum Vorschein kommen, wenn gar kein Objekt auf dem Tische liegt und dass sie ihre Lage im Sehfeld auch dann beibehalten, wenn man den Gegenstand verrückt, sich aber mit drehen, wenn das Rohr des Mikroskops um seine Achse bewegt wird. Auch Verunreinigungen und Unregelmässigkeiten der Objektträger und Deckgläser (Streifen, Ritzen, Bläschen etc.) können derartige Irrthümer zur Folge haben und zudem das Bild verundeutlichen. Aus diesem Grunde sollen Linsen, Objektträger und Deckgläschen vor dem jeweiligen Gebrauch immer gehörig gereinigt werden, und dürfen mangelhafte Deckgläser unter keinen Umständen zur Verwendung gelangen. — Aber auch den Objekten selbst mischt sich allerlei bei, was nicht zu ihnen gehört und Stoff zu diversen Täuschungen liefern kann, so z. B. Staub, der sich ja überall in der Atmosphäre vorfindet, Fasern von verschiedenen Zeugen, die zum Abwischen der Objektträger und Deckgläschen dienen u. dergl. Und in der That sieht man nur zu oft Staubmoleküle oder glänzend blau oder roth gefärbte Fäden durch das Gesichtsfeld ziehen. Daher beschäftige sich der Anfänger von vornherein mit der Untersuchung von Staubpartikelchen, Leinen-,

Baumwollen- und Seidenfasern, Menschen- und Thierhaaren, Luftblasen etc. etc. Dann wird er dieses für mikrosk. Demonstrationen total überflüssige Zubehör genau kennen und von einander unterscheiden lernen und es in Zukunft nicht mehr als Bestandtheil des Präparates auffassen.

Um noch von den unter dem Mikroskop sichtbar werdenden Bewegungserscheinungen zu reden, ist zu bemerken, dass diese Bewegungen entweder selbstständig oder unselbstständig sein können. Selbstständige Bewegungen zeigen lebende niedere Thierformen (Trichinen, Milben, Räderthierchen, Infusorien etc.), seltener Pflanzen oder deren Theile. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich solche organische Naturkörper im Sehfeld bewegen, wird in der Regel weit überschätzt, indem man ausser Acht lässt, dass sie sich in dem Masse vergrössert, als die Vergrösserung des Instruments selbst zunimmt. Bewegungen, die bei einer linearen Vergrösserung von 3—400 schon als in rasender Eile ausgeführte erscheinen, reduziren sich in Wirklichkeit auf ein sehr geringes Mass. Es sind dies also gewissermassen auch optische Täuschungen, mit denen sich der angehende Mikroskopiker vertraut machen soll. Diesen selbstständigen Bewegungen stehen verschiedene Arten von mitgetheilten Bewegungen gegenüber, die der Anfänger ganz besonders studiren soll, damit er dieselben allenfalls nicht mit willkürlichen Funktionen verwechsle. Zu diesen unfreiwilligen Bewegungen zählen wir einmal die endosmotischen Erscheinungen und die Molekularbewegung. Erstere bestehen darin, dass sich zwei unter dem Deckgläschen befindliche Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit so lange mischen, bis beide den gleichen Concentrationsgrad aufweisen. Diese Mischung ist natürlich mit einer Bewegung der beiden Flüssigkeiten verbunden; die dichtere fliesst zur dünneren hin und umgekehrt, so dass kleine Körperchen, die darin suspendirt sind, in lebhafte Bewegung gerathen. Das gleiche Phänomen beobachtet man auch, wenn nur eine Flüssigkeit vorhanden ist und dieselbe am Rande des Deckglases zu verdunsten beginnt, ebenso beim Druck auf das Deckgläschen und bei eintretenden Temperaturdifferenzen.

Die Molekularbewegung ist allen ganz kleinen, in einem dünnflüssigen Medium suspendirten Partikelchen oder Molekülen eigen. Sie besteht in einer zitternden oder tanzenden Bewegung dieser ausserordentlich kleinen Körperchen. Man beobachtet sie häufig beim Inhalt der Pollenkörner, Speichelzellen etc., ohne dass man sich über deren Ursachen genaue Rechenschaft zu geben weiss.

II.

Die mikroskopische Technik.

A. Utensilien und Flüssigkeiten zur Anfertigung mikroskopischer Präparate.

Zur Vornahme von mikroskopischen Demonstrationen, sowie zur Anfertigung vorübergehender oder haltbarer Präparate bedarf der Mikroskopiker einer grössern Anzahl von Werkzeugen, Geräthschaften und Flüssigkeiten (Chemikalien), von denen in diesem Abschnitt die unentbehrlichsten aufgezählt und nöthigenfalls kurz beschrieben werden mögen:

1. **Drehtisch** zur Erstellung des kreisrunden Lackverschlusses.

2. **Präparirmesser.** Sehr häufig kommt man in den Fall, von einem Objekte feine Schnitte herzustellen. Hiezu bedient man sich sehr scharfer, stählerner Instrumente, der sog. Präparirmesser. Für weichere Objekte sind gewöhnliche gute Rasirmesser am geeignetsten, und werden diese zur Zeit überall mit bestem Erfolge angewendet. In Wahrheit leisten sie weit mehr als alle übrigen kostspieligen Werkzeuge (Doppelmesser, Mikrotom etc.), die zur Herstellung von Schnitten etwa noch im Gebrauch sind.

Jeder angehende Mikroskopiker sollte wenigstens über zwei gute, scharfe Rasirmesser verfügen können. — Bei harten Gegenständen (Hölzer, Horn, Samenschalen etc.) sind starkklingige, flach geschliffene Messer mit festem Rücken am passendsten. Für anatomische Zergliederungen leisten ein Paar sehr feine Skalpelle mit schmalen, spitzen Klingen die besten Dienste.

3. **Präparirnadeln.** Bei vielen mikroskopischen Untersuchungen ist man genöthigt, die Objekte in möglichst zarte Fasern zu zerzupfen. Diesem Zwecke dienen die sog. Präparirnadeln, von denen

man wenigstens ein Paar gleichartige besitzen soll. Diese Nadeln müssen aus hartem Stahl gefertigt, nicht zu schwach, aber ganz fein zugespitzt und in einen hölzernen Handgriff eingelassen sein. Um die Nadelspitze möglichst fein und jederzeit vollkommen rostfrei zu erhalten, ist es nothwendig, dass man sie hie und da unter häufigem Umdrehen auf einem kleinen Schleifstein zuschleife. Solche Präparirnadeln werden auch gebraucht zur Uebertragung kleiner Objekte in die Einschlussflüssigkeit, sowie noch zu verschiedenen andern Manipulationen.

4. **Pincette.** Die Pincetten oder Zangen, die zum Erfassen und Uebertragen kleiner Gegenstände bestimmt sind, sollen aus Stahl gefertigt sein und sehr feine, genau aufeinander passende, entweder ganz glatte oder nur leicht gekerbte Spitzen aufweisen. Die federnde Kraft der beiden Pincetten-Arme darf nicht zu gross sein, vielmehr müssen dieselben ganz leicht geschlossen werden können. Die schwer beweglichen Pincetten aus Messing, wie sie sehr häufig im Gebrauch sind, taugen für mikroskopische Zwecke rein nichts.

5. **Scheere.** Zum Zerschneiden verschiedener Gegenstände aus dem Thier- und Pflanzenreich als: Haare, Wolle, Pflanzenfasern, Häute etc. bedarf man auch einer guten, kleinen Scheere, die gleichfalls sehr genau gearbeitet sein soll.*)

6. **Ein feiner Schleifstein** zur Reparatur von Scalpells, Scheeren, Nadeln etc., ebenso zum Abschleifen von Knochen- und Zahnschnitten.

7. **Ein guter Streichriemen,** um den Rasirmessern einen schärfern Schnitt zu geben.

8. **Einige grössere und kleinere Haarpinsel.** Diese dienen theils zur Reinigung der optischen Gläser von allfälligem Staub, theils dazu, um Objekte von sehr zarter Struktur vom Rasirmesser auf den Objektträger zu transportiren, theils auch zur Anfertigung der Lackringe.

9. **Einige Glasgeräthe** und zwar:

a) 1—2 kleine Glasglocken, um Objekte, die in Flüssigkeiten schwimmen, vor Staub zu schützen.

b) 4—6 Uhrgläser verschiedener Grösse behufs Behandlung diverser Gegenstände mit Wasser, Alkohol, Glycerin u. s. f., ebenso zum Studium mikroskopisch kleiner Wasserbewohner.

c) 1 Paar dünne, zugespitzte, massive Glasstäbe, um kleine Tropfen gewisser Reagentien und Einschlussmittel auf's Präparat zu bringen.

---

*) Treffliche Instrumente zum Präpariren liefert Luer in Paris. Seine Scalpellen, Präparirnadeln, Pincetten und Scheeren, zu deren Aufbewahrung ein besonderes Etui erhältlich ist, zeichnen sich durch Eleganz und Genauigkeit der Arbeit vortheilhaft aus. Sie stehen zwar etwas hoch im Preis, leisten aber dafür ausgezeichnete Dienste und werden deshalb von Mikroskopikern gerne und häufig gekauft. (Zu beziehen durch Optikus Ernst in Zürich.)

d) 1 kleine Pipette zur Wegnahme überschüssiger Flüssigkeit vom Objektträger.

e) Einige ganz kleine Glasfläschchen mit Glasstöpsel, sowie verschiedene Reagensgläser.

f) Eine Anzahl Objektträger (engl. Format).

g) Eine Anzahl runde und viereckige Deckgläser von verschiedener Grösse.

Sprechen wir an dieser Stelle noch ausführlich von den Objektträgern und Deckgläschen.

Objektträger. Diese haben den Zweck, dem zu untersuchenden Gegenstand als Unterlage zu dienen. Da man weitaus die meisten Präparate bei durchfallendem Licht betrachtet, so ist es sehr begreiflich, warum man diese Geräthe aus Glas anfertigt. Ein Objektträger stellt eine einfache Glasplatte vor, deren Form und Grösse im Ganzen gleichgültig ist, sich aber doch einigermassen nach der Grösse und Gestalt des Tisches und nach der Beschaffenheit des Objektes richten muss. Was die Form betrifft, so benützt man jetzt ausschliesslich Rechtecke. Quadratische Objektträger sind weniger praktisch. Was die Grösse anbelangt, so darf der Objektträger nicht zu klein, namentlich nicht zu schmal sein, damit man an den beiden Seiten des Präparates genügenden Raum für das Ankleben zweier Etiketten erhält und damit man unter Umständen auch grössere Objekte ungehemmt placiren kann. Gegenwärtig sind hauptsächlich zwei Formate im Gebrauch: ein älteres, kleines und ein neueres, grosses (englisches) Format. Das erstere zeigt ca. 58 mm Länge auf 18 mm Breite und ist für schmale Objekttische (bei einzelnen Trommelstativen) ganz passend, ja sogar einzig zu verwenden. Weit mehr ist jedoch heutzutage das praktische englische Format verbreitet (ca. 75 mm Länge auf 27 mm Breite). Was die Dicke der Objektträger betrifft, so ist dieselbe von sehr untergeordneter Bedeutung; denn da der Objektträger unterhalb des Gegenstandes liegt, so hat die Strahlenbrechung, die durch diese Glasplatte bedingt wird, auf die Deutlichkeit des Bildes nur einen ganz minimen Einfluss, der sich erst bei den stärksten Systemen geltend macht. Jedoch geht man in dieser Dimension gewöhnlich nicht über 1—1,5 mm. Weniger gleichgültig ist die Glassorte, resp. die Qualität des Glases, die man zu diesen Objektträgern verwendet. Das Glas soll vollkommen rein, farblos und ohne Blasen, Ritzen und Streifen sein. Früher glaubte man, nur feines, polirtes Spiegelglas gebrauchen zu dürfen; aber seit langer Zeit ist man von diesem kostspieligen Artikel abgekommen und benützt jetzt fast überall schönes, nicht allzu dickes, gewöhnliches Fensterglas. Man kann sich daher diese Objektträger aus einer tadellosen Fensterscheibe selbst zuschneiden oder bei irgend einem Glaser zuschneiden lassen. Zur Zeit kann man sich auch um billigen Preis

Objektträger mit geschliffenen Rändern verschaffen. Diese dienen wesentlich zum Schutze des Objekttisches und bewahren uns zudem bei der Reinigung vor allfälligen Schnittwunden, die bei ungeschliffenem Rande nicht immer zu vermeiden sind. Von solchen Objektträgern sollte man immer eine grössere Anzahl im Vorrath haben. Man bewahrt sie in gereinigtem Zustande und vor Staub geschützt, in einem gut schliessenden Kästchen auf. Zweckmässig ist es, wenn man sämmtliche Glasplatten von möglichst gleicher Grösse wählt, weil sich dann die Präparate sehr schön zu Sammlungen ordnen lassen.

Deckgläschen. In den wenigsten Fällen wird man das Präparat unbedeckt, d. h. auf dem blossen Objekttisch liegend, untersuchen, sondern man deckt den Gegenstand mit einem dünnen Glasplättchen, dem sog. Deckgläschen oder Deckplättchen, zu. Dies thut man aus verschiedenen Gründen: Erstlich lassen sich viele weiche Objekte dadurch etwas zusammenpressen, was zur Folge hat, dass sämmtliche Theile des Präparates mehr in eine einzige Ebene gelangen, also die gleiche Einstellung erfordern, wodurch das Bild an Uebersichtlichkeit gewinnt. Hat man eine Menge kleiner Körperchen (Pollen, Blutzellen etc.), die in einer Flüssigkeit suspendirt sind, auf dem Objektträger liegend, so werden die einzelnen Körnchen, Zellen etc. durch den Druck auf das Deckgläschen von einander entfernt, mehr vertheilt und deshalb deutlicher sichtbar. Der Hauptgrund jedoch, warum man die Deckgläschen in der Praxis so häufig anwendet, liegt darin, dass man die Objekte durchschnittlich nicht in Luft, sondern in diversen Flüssigkeiten und brechenden Medien untersucht und dauernd aufbewahrt. Das Deckgläschen verhindert nun zum Theil das Verdunsten dieser Flüssigkeit während der Untersuchung und schützt zugleich die Objektivlinse vor den Dämpfen derselben oder vor zufälligem Eintauchen in die Flüssigkeit. Bei bleibenden Präparaten dient das Deckgläschen wesentlich zur Schonung des Objektes, ferner um Luftzutritt, Wasserdampf, Staub u. dergl. abzuhalten.

Früher benutzte man als Deckgläschen Stücke eines ziemlich dicken Glases oder einen eigentlichen (zweiten) Objektträger. Derartige Deckplatten haben bei ganz schwachen Vergrösserungen auf die Deutlichkeit des Bildes keinen grossen Einfluss und lassen sich also ganz gut als solche gebrauchen. Anders gestaltet sich jedoch die Sache für stärkere Systeme; hier muss man zu bedeutend dünnern Deckplatten seine Zuflucht nehmen, wenn das Bild scharf und deutlich ausfallen soll. (Bei starken Systemen darf das Deckgläschen nur 0,2—0,1 mm dick sein.) Gegenwärtig fertigt man (namentlich in England) Deckgläschen von jeder nur wünschbaren Dicke, Grösse und Gestalt an. Was speziell die Form anbelangt, so sind haupt-

sächlich zwei Arten von Deckgläschen im Gebrauch: die quadratischen und die kreisrunden. Das quadratische Format ist natürlich etwas billiger, als das kreisrunde; dagegen ist letzteres, wenn man im Besitz einer Drehscheibe ist, für den Lackverschluss viel bequemer, und nehmen sich diese runden Deckgläser auf dem Objektträger in der Regel auch etwas hübscher aus als die viereckigen. Zudem lassen sich die runden auch leichter und schneller reinigen.

10. **Einige Porzellanschälchen** zur Entwässerung wasserhaltiger Gewebe oder zur Härtung weicher, nicht schnittfähiger Objekte.

11. Eine **Spirituslampe** nebst **Kochapparat** aus Zinkblech.

12. **Einige Lappen aus Leinwand oder Hirschleder** zum Reinigen der Linsen, des Stativs, der Objektträger und Deckgläschen.

13. **Eine gute Lupe.**

14. **Einige Präparaten-Kästchen** oder **-Schachteln** zum Aufbewahren der Dauerpräparate.

15. Eine Anzahl **kleiner Etiketten.**

16. **Einige Feilen, eine Laubsäge** (event. eine kräftige Säge mit Bogen) und **ein Abziehstein** zur Anfertigung von Knochenschliffen, Zahnschliffen etc.

17. **Eine Lacksorte** zur Anfertigung der Lackzellen. Als solche Lacke sind zu empfehlen: Bourgogne'scher Präparatenkitt, schwarzer Berliner Maskenlack No. III von Prof. Dr. Schacht und der überall bekannte, in allen Apotheken leicht erhältliche Asphaltlack oder Eisenlack. Am meisten ist wohl der Berliner Maskenlack zu empfehlen.

18. **Verschiedene lichtbrechende Medien** zur Einschliessung von Dauerpräparaten, als: Glycerin, Sandarac und Canada-Balsam.

19. **Diverse Zusatzflüssigkeiten und chemische Reagentien** und zwar:

a) Destillirtes Wasser (oder meist gewöhnliches Brunnen- und Regenwasser), Glycerin und Chlorcalciumlösung als gewöhnliche Zusatzflüssigkeiten behufs Aufhellung der Objekte.

b) Ganz absoluter Alkohol zur Entwässerung mikroskopischer Objekte, die in Harz einzuschliessen sind, sowie zur Härtung zoologischer Präparate und zur Beseitigung der in den Objekten eingeschlossenen Luft.

c) Gewöhnlicher Spiritus zu verschiedenen Zwecken.

d) Chromsäure, mit reinem Wasser stark verdünnt, als Härtungsmittel thierischer Theile (Gehirn, Rückenmark etc.)

e) Carmintinktur (eventuell Anilin- oder Hämatoxylin-Tinktur) zum Färben zoologischer Präparate.

f) Essigsäure, mit Wasser vermengt, zur Untersuchung von Muskulatur, Bindegewebe, Blutzellen u. s. w.*)

g) Aetzkalilösung (Kalilauge) als Auflösungsmittel von Fett, Muskulatur u. s. w.

h) Jodtinktur zur Färbung von Amylum.

i) Schwefelkohlenstoff zur Lösung von Schwefel.

k) Verdünnte Schwefelsäure zum Färben der zuvor mit Jodlösung behandelten Pflanzenzellen.

l) Schwefeläther als Auflösungsmittel von Harzen, Fetten und ätherischen Oelen in Pflanzenzellen. Ferner dient er auch zum Tödten von Insekten (Schmetterlingen).

Anmerkung. Zum Tödten kleinerer Thiere (Insekten, Spinnen etc.) gebraucht man besser Benzin oder namentlich Cyankalium.

B. Präparation von mikroskopischen Objekten.

Unter mikroskopischer Präparation versteht man alle diejenigen Operationen, die man mit den verschiedenen Objekten vorzunehmen hat, ehe man dieselben unter dem Mikroskope mit Erfolg betrachten kann. Während viele Gegenstände sich ohne irgend welche Vorbereitung zur mikroskopischen Beobachtung eignen, müssen andere zuerst in geeigneter Weise vorbereitet oder präparirt werden. Diese Präparation ist je nach der Natur der Objekte und dem Zweck, den man bei der Untersuchung im Auge hat, eine sehr verschiedene. Will man den innern Bau organisirter Naturkörper studiren, so kommt man häufig in den Fall, von Pflanzen- oder Thierorganen äusserst feine Quer- und Längsschnitte anzufertigen. Hiezu bedient man sich für gewöhnlich eines scharfen, hohl geschliffenen Rasirmessers. Ist das Objekt nicht besonders feucht, so muss das Messer mit Wasser oder Alkohol stark angefeuchtet werden; denn eine trockene Klinge liefert selten einen schönen Schnitt. Auch bleiben die Schnitte in diesem Fall zu stark an dem Messer kleben, so dass man sie bei ihrer Uebertragung auf den Objektträger gar leicht beschädigen kann. Bei weichen, saftigen Gegenständen (namentlich pflanzlicher Natur) ist jedoch ein Befeuchten der Messerklinge überflüssig. Was die Ausführung des Schnittes selbst anbetrifft, so kann man auf 2 Arten verfahren:

*) Unter Essigsäure ist immer das Acidum aceticum glaciale (Eisessig) der Apotheken zu verstehen. Sie wird insbesondere in der thierischen Gewebelehre angewendet und verdankt diese Verwerthung namentlich ihrer Eigenschaft, Zellkerne sichtbar zu machen, dem Bindegewebe eine glasartige Durchsichtigkeit zu verleihen und überhaupt aufhellend zu wirken.

1. Man fasst das Objekt mit Daumen und Zeigfinger der linken Hand, die man zur grösseren Stabilität auf den Tisch aufsetzt; hernach legt man die Klinge an der uns abgewendeten Seite des Gegenstandes so an, dass der Rücken derselben den Zeigefinger schwach tangirt und zieht alsdann das Messer mit sicherer Hand, aber ganz langsam und ohne abzusetzen, gegen sich hin. (Man schneide also nie von sich, sondern stets gegen sich!)

2. Statt das Objekt mit der linken Hand zu halten, legt man dasselbe auf eine zweckmässige Unterlage, zu der man, um die Schneide des Instruments möglichst wenig abzustumpfen, ein Stück trockener Seife, ein Lederkissen u. drgl. wählen kann. Der Schnitt geschieht hier natürlich von oben nach unten, aber ebenfalls behutsam und nicht ruckweise, sondern in einem einzigen Zuge von links nach rechts. — Der zuerst genannte Handgriff mag vielleicht vortheilhafter bei weichern Präparaten, der zweite dagegen bei festern Objekten zur Verwendung gelangen. Bei beiden Manipulationen sehe man aber darauf, dass die Schnitte möglichst fein und überall von gleicher Dicke ausfallen. Querschnitte sollen immer genau senkrecht und Längsschnitte möglichst parallel zur Längenachse des Gegenstandes geführt werden. Anfänger begehen in dieser Beziehung gewöhnlich arge Fehler, die meist in einer unrichtigen Stellung und Führung des Messers ihren Grund haben. Ist der Gegenstand cylindrisch, so machen sie aus einem rein kreisförmigen Querschnitt einen elliptischen Schiefschnitt. Während ein gelungener Querschnitt ein Cylinderchen mit unendlich kleiner Höhe repräsentiren soll, verwandelt sich derselbe sehr oft in einen schräg abgestutzten Cylinder. Dass solche ungleich dicke Schiefschnitte zur mikroskopischen Beobachtung nicht viel taugen, ist leicht einzusehen. Darum trachte man darnach, diesem Uebelstande abzuhelfen, und glaube man ja nicht, dass irgend ein Schnitt zu dünn sein könne. Freilich passirt es sehr oft, dass bei einem ganz feinen Schnitt der Zusammenhang der peripherischen und centralen Theile verloren geht; aber durch diesen kleinen Unfall lasse man sich in der Erreichung des gesteckten Zieles nicht abhalten. Es ist zu bedenken, dass die Anfertigung eines überall gleich dünnen, zusammenhängenden Schnittes eine Kunst genannt werden muss, die sich nur durch vielfache Uebung erlernen lässt. — Um das Messer in brauchbarem Zustande zu erhalten, ist es nothwenig, dasselbe von Zeit zu Zeit (nach jedem zweiten oder dritten Schnitt) über den Streichriemen zu ziehen. Ebenso soll die Schneide durch öfteres Schleifen wieder geschärft werden; denn ein möglichst scharfes Instrument trägt zum Gelingen eines tadellosen Schnittes sehr viel bei. Dass die Klinge nach jeweiligem Gebrauch mit Wasser oder Alkohol zu reinigen und an einem trockenen Orte aufzubewahren ist, mag Jeder, dem der gute Zustand seines Werkzeuges am Herzen

liegt, leicht einsehen. — Bei der Entfernung des Schnittes von der Klinge muss man äusserst sorgfältig zu Werke gehen, auf dass das Präparat keine Beschädigung erleide. Für ganz zarte Objekte gebraucht man am passendsten einen feinen Haarpinsel, den man zuvor in reines Wasser taucht. Ist der Schnitt etwas derber, so leistet die feine Spitze einer Präparirnadel genügende Dienste. Bringt man das Präparat sofort auf den Objektträger, so breite man dasselbe auf der Glasplatte möglichst sorgsam und schonend aus.

Häufig ist das Objekt zu klein (dünn) oder sonst zu ungünstig gestaltet, um bei der Schnittführung mit den Fingern der linken Hand festgehalten werden zu können. Um in diesem Falle gleichwohl dünne Querschnitte zu erzielen, nimmt man einen Korkzapfen, halbirt diesen der Länge nach und presst zwischen dessen Hälften den zu schneidenden Gegenstand ein. Hierauf schneidet man von dem Korkstöpsel zarte Scheibchen (senkrecht zur Längsachse) ab und erhält so gleichzeitig mit den Korkscheibchen feine Durchschnitte des eingeklemmten Objektes. Auf diese Weise kann man sich z. B. Durchschnitte von Blättern, Stacheln u. s. f. verschaffen. Wünscht man feine Querschnitte von Pflanzenfasern, Haaren, Borsten u. drgl. zu erstellen, so vereinigt man mehrere derselben in ein dünnes Bündel, legt dieses in eine stark concentrirte Lösung von arabischem Gummi (oder flüssigem Leim), lässt hierauf das Ganze an der Sonne oder auf dem geheizten Ofen gehörig trocknen, bis es sich in ein festes Stäbchen verwandelt und schneidet letzteres zwischen den Korkstücken. Um die einzelnen Scheibchen von einander zu trennen, bringt man den Querschnitt in warmes Wasser. Noch besser mag es sein, wenn man jenes Haar- oder Borstenbündel auf einer Papierunterlage festklebt und letztere sammt dem Haarstäbchen durchschneidet. Durch dieses Verfahren wird der Zusammenhang zwischen den einzelnen Haarquerschnitten weniger leicht aufgehoben und lässt sich das ganze Scheibchen mit sämmtlichen Querschnitten ohne Lösung der Kittsubstanz der Art auf den Objektträger transportiren, dass die unendlich kurzen Haarcylinder nicht umstürzen und so ihre Durchschnittsfläche nach oben kehren.

Viele Gegenstände ertragen den Druck zwischen den beiden Korkstücken nicht oder sind in Folge ihrer Form zum Einklemmen nicht geeignet. Um sich diesfalls zu helfen, bettet man die kleinen Objekte in Paraffin oder in eine Mischung von Wachs und Oel ein. Letztere **Einschmelzungsmethode** wird etwa in folgender Weise durchgeführt: Man macht sich eine kleine Papierdüte, indem man ein Stück ziemlich festes Papier cylinderförmig aufrollt und auf einer Seite durch Umbiegen einschliesst. In diesen Papiercylinder giesst man eine Mischung von ungefähr 3 Theilen Wachs und einem Theil Oel, die man sich durch Erwärmen in einer Porzellanschale hergestellt

hat. Das betr. Objekt wird zunächst durch absoluten Alkohol entwässert und durch ein ätherisches Oel durchsichtig gemacht. Hernach bringt man dasselbe in das flüssige Wachs, lässt die Mischung erkalten, nimmt die Papierdüte weg und ist nun im Stande, von dem eingeschmolzenen Gegenstand dünne Querschnitte zu veranstalten. Zum Abspülen des durch die Einbettungssubstanz verunreinigten Präparates wendet man nachher Terpentinöl an.

Ist der Gegenstand zu hart, um mit dem Rasirmesser geschnitten werden zu können, so greift man zu einem Messer mit stärkerer Klinge. Will man feine Schnitte von ganz harten Objekten, die sich überhaupt gar nicht schneiden lassen, erhalten, z. B. von Knochen, Zähnen, Mineralien, versteinertem Holz, Samenschalen von Steinfrüchten u. drgl., so bereitet man sich entweder feine Sägeschnitte oder sprengt mittelst des Meissels dünne Splitter ab, die auf einer feinen Feile oder einem Schleifsteine so lange abgefeilt oder abgeschliffen werden, bis sie die gewünschte Durchsichtigkeit erlangt haben. Um den Grad der letztern noch zu erhöhen, glättet man die Schliffe auf einem Abziehstein und ertheilt ihnen schliesslich eine schwache Politur.

Bei vielen organischen Gebilden (Muskulatur, Nervensubstanz etc.) handelt es sich darum, gewisse zu untersuchende Theile von den sie bedeckenden oder umhüllenden Partien zu isoliren. Dies geschieht durch Zerzupfen oder Zerfasern des betreffenden Gewebes mittelst zweier Präparirnadeln, welche Operation, ähnlich der Schnittführung, zu ihrem Gelingen ziemlich viel Uebung verlangt. Das Verfahren möge etwa folgendes sein: Man schneidet mit der Scheere ein ganz kleines Stückchen des zu untersuchenden Gewebes heraus, legt dasselbe, mit einem Tropfen reinen Wassers benetzt, auf den Objektträger und zertheilt nun das Präparat in möglichst zarte Fasern, und zwar hält man mit der linken Nadel das Gewebe fest, während die rechte das Auseinanderreissen der Fibrillen besorgt. Dieses Zertheilen setze man fort, so lange überhaupt ein Trennen der sehr zarten Fäden mittelst den Nadelspitzen noch thunlich erscheint. Höre man mit dem Zerzupfen ja nicht zu früh auf. Anfänger fehlen in dieser Beziehung sehr häufig; sie glauben, diese Manipulation schon beendigt zu haben, wenn die gewonnenen Fasern für die mikroskopische Beobachtung noch viel zu voluminös sind. Lasse man sich die wenigen Minuten, die zu einem zweckentsprechenden Zerfasern nothwendig sind, nicht reuen, und man wird für die geringe Mühe durch ein allseitig gelungenes Präparat belohnt werden. Je feiner in der Regel die Nadelspitzen sind, desto weiter kann man in der Zergliederung gehen. Nadeln mit grober oder abgebrochener Spitze taugen zu diesem Zweck gar nichts. Zweckmässig ist es, wenn man das Zerzupfen unter Wasser auf einer schwarzen Unter-

lage vornimmt. Als solche kann man z. B. einen Objektträger von ganz dunklem Glase verwenden. Der schwarze Grund ist deshalb von grossem Vortheil, weil derselbe als spiegelnde Fläche die auf ihn fallenden Lichtstrahlen nur zum kleinsten Theile durchlässt, den grössten Theil derselben aber reflektirt, wodurch die unendlich feinen Fäserchen unserm Auge deutlicher sichtbar werden. In allen Fällen jedoch geschehe das Zerfasern nie in trockenem Zustande des Objektes. Würden wir nämlich im Trocknen arbeiten, so würde Alles aneinanderkleben; die trockenen Fasern blieben theils an den Nadeln, theils an dem Objektträger hängen. Bei Anwendung von Wasser dagegen schwimmen die freigelegten Theile ungehindert umher und sind dadurch leichter erkennbar.

Von der erwähnten Zergliederung unter Wasser und auf dunklem Grunde macht man stets auch Gebrauch bei der Präparation von Tracheen, überhaupt beim Studium der innern Organe von Insekten, Spinnen etc. Das allgemeine Präparationsverfahren ist in Kürze folgendes: Man kauft sich für ca. 20 Cts. gelbes Wachs und erwärmt dieses in einer Porzellanschale so lange, bis es in den flüssigen Zustand übergeht. In die geschmolzene Masse schüttet man 6—8 Löffel voll Kienruss und rührt mit einem Glasstab tüchtig durcheinander, so dass die ganze Flüssigkeit eine gleichmässig schwarze Farbe annimmt. Das geschmolzene Wachs giesst man jetzt in eine ziemlich flache Schüssel, z. B. in eine Untertasse und lässt es hier ruhig erkalten. Auf diese Weise erhält man eine schön schwarze Wachstafel, die man für eine ganze Reihe von Versuchen längere Zeit hindurch benutzen kann. — Beim jeweiligen Gebrauch wird das betreffende Thier mittelst mehreren Nadeln auf der Wachsschicht befestigt; hernach füllt man das Schüsselchen mit klarem Wasser, so dass sich das Objekt ganz unter Wasser befindet, öffnet den Leib vorsichtig mit der Scheere und zieht die sämmtlichen inneren Organe mit den Nadeln behutsam heraus.

Manche sehr zarte und blasse Gebilde lassen sich dadurch deutlicher machen, dass man sie färbt oder tingirt. Diese Tinktionen werden für botanische Objekte sehr selten oder gar nie angewendet, dagegen sehr häufig für zarte thierische Theile (Muskeln, Nerven, Schleimhäute, Leber u. s. f.). Wenn man derartige Gewebe mit gewissen Farbstoffen behandelt, so werden die einzelnen Theile derselben bedeutend aufgeklärt, während andere Partien durch Nichtannahme der Farbe von den tingirten Bestandtheilen zuweilen sichtbar abstechen. Eines der am häufigsten angewandten Tinktionsmittel bildet die **Carminlösung.** Diese verschafft man sich, indem man einige (2—4) Decigrammes feinpulverisirten Carmin in Ammoniakflüssigkeit (Salmiakgeist) löst und dann die verdünnte Lösung so lange mit Essigsäure behandelt, bis der ammoniakalische Geruch

nahezu verschwunden ist. Um eine vollkommen klare Tinktur zu bekommen, kann man die Lösung filtriren. Einen allfälligen Rest von ungelöstem Carmin, der auf dem Filter zurückbleibt, bewahrt man zu späterer Benutzung auf. Die Tinktur selber giesst man in ein Fläschchen mit gut schliessendem Stöpsel und kann sie so längere Zeit hindurch zur Färbung von thierischen Geweben gebrauchen. Setzt sich vielleicht nach etlichen Wochen körniger Carmin zu Boden, so dienen einige Tropfen Ammoniak zur Wiederauflösung. Bei der Erstellung solcher Carmintinktionen sind mehrere Punkte zu berücksichtigen: Erstlich mache man die Tinktur ziemlich verdünnt; denn eine concentrirte Lösung mit grossem Carmingehalt färbt die Präparate übermässig roth. Zweitens soll die Lösung möglichst ammoniakarm resp. neutral sein, indem überschüssiges Ammoniak stets mehr oder weniger ein Aufquellen der Gewebe zur Folge hat. Aus diesem Grunde setzt man Essigsäure zu, welche die Basis, d. h. das Ammoniak, bindet. Drittens muss die Tinktur von allen Unreinigkeiten, die zu allfälligen Irrthümern Veranlassung geben könnten, frei sein. — Will man dann die Färbung der Gewebe vornehmen, so giesst man etwas Carmintinktur in ein Uhrglas oder ein Porzellanschälchen, legt das zu tingirende Objekt hinein und bedeckt das Ganze, um es vor Staub zu schützen, mit einer kleinen Glasglocke. Nun kann man sich fragen: Wie lange soll das Präparat in der Lösung liegen bleiben, damit dasselbe weder zu hell noch zu dunkel tingirt wird? Die Zeit, die hiezu erforderlich ist, richtet sich einestheils nach der Stärke der Carminlösung, anderntheils nach der Beschaffenheit des zu färbenden Gegenstandes und drittens nach der Natur des Einschlussmittels. Es ist leicht einzusehen, dass ein und dasselbe Präparat in einer schwachen Tinktur länger zu verweilen hat, als in einer mehr concentrirten Lösung. Im Fernern färben sich im Allgemeinen frische oder in Alkohol gehärtete Objekte besser und schneller, als die, welche in Chromsäure gelegen haben. Ebenso erfordern ganz zarte Objekte zu ihrer Tinktion weniger Zeit, als gröbere. Sodann dürfen Gegenstände, die in ein lichtbrechendes Harz einzuschliessen sind, etwas stärker tingirt werden, als diejenigen, die man in Glycerin einbettet. Mit starken Tinkturen sind zarte Schnitte und Fasern in der Regel schon nach einigen Minuten hinreichend gefärbt. Bei schwächern, denen immer der Vorzug zu geben ist, bedarf es eines mehrstündigen Verweilens. Glaubt man das Präparat in genügendem Grade gefärbt, so nimmt man dasselbe aus der Flüssigkeit heraus, spült dasselbe zunächst in reinem Wasser ab und schliesst es dann entweder unmittelbar in Glycerin ein oder bringt dasselbe zur Entwässerung in absoluten Alkohol, um es nachher in Harz einzubetten.

Die Tinktur mit **Anilinroth** wird hergestellt, indem man eine kleine Menge krystallisirtes Fuchsin in schwachem Alkohol löst. Es entsteht hierdurch eine schön rothe, mässig intensive Lösung, welche in gewisser Beziehung sogar noch bessere Dienste leistet, als die Carmintinktur. Zudem ist sie noch billiger zu beschaffen. Die einzige Schattenseite der Anilintinktion liegt darin, dass die Objekte nach der Färbung nicht mehr entwässert werden können, weil der Alkohol den Farbstoff schnell auszieht und dadurch die tingirten Gegenstände in kurzer Zeit erblassen. In Folge dessen muss man bei Anwendung der Anilinfärbung für thierische Gewebe auf Einschluss in Harz verzichten.

Man nennt die eben beschriebene Art der Färbung mikroskopischer Objekte die Färbung oder Tinktion durch **Imbibition,** d. h. **Einsaugung,** indem der verwendete Farbstoff gleichsam in die Masse des Gewebes aufgenommen oder eingesogen wird. Dieser Färbungsmethode steht diejenige durch **Injection** oder **Einspritzung** gegenüber. Letzteres Verfahren wird angewendet, um die feinen Blut- und Lymphgefässe in Lunge, Leber, Hirnsubstanz, Musculatur etc. anschaulich zu machen und besteht darin, dass man in der Wärme flüssige und beim Erkalten erstarrende, verschieden gefärbte Massen mittelst besonderer Vorrichtungen (Spritzen etc.) in jene feinen Kanäle einspritzt (injicirt). Indessen setzt die Injectionsmethode unendlich viel Uebung und eine grosse Geschicklichkeit voraus, erfordert zudem eine Reihe mehr oder minder komplizirter Apparate, so dass wir von einer Beschreibung dieser Manipulationen in diesen Blättern füglich Umgang nehmen können.

Anschliessend an die Tinktionen wollen wir an dieser Stelle noch in Kürze von den verschiedenen **Zusatzflüssigkeiten** reden. Studirt man einen Gegenstand in trockenem Zustande und bei durchfallendem Licht, so dass er nur von Luft umgeben ist, so erhält man in den seltensten Fällen ein klares, deutliches Bild. Diese einfachste Art der mikroskopischen Untersuchung mag allenfalls angehen bei Haaren, Pflanzenfasern, Schmetterlingsschuppen, bei ausserordentlich feinen Schnitten etc., dagegen sieht man sich für die Mehrzahl der mikroskopischen Beobachtungen genöthigt, das Objekt mit irgend einer Flüssigkeit zu befeuchten, welches Medium Zusatzflüssigkeit genannt wird. Diese Zusatzflüssigkeiten haben den Zweck, den Gegenstand in mehr oder weniger starkem Grade aufzuhellen, damit das vom Mikroskop entworfene Bild möglichst hell und klar zu Tage tritt. Dieselben wirken auf das Präparat um so mehr aufhellend, je grösser ihre lichtbrechende Kraft oder je grösser der sog. Brechungsexponent ist. Darunter versteht man den Quotienten aus dem Sinus des Brechungswinkels in den Sinus des Einfallswinkels. Dieser Quotient ist für jede Substanz ein anderer,

und besitzt derselbe für den Uebergang aus Luft in die nachgenannten lichtbrechenden Medien folgende Zahlenwerthe:

Luft: 1,00029 — Wasser: 1, 336 — Alkohol: 1,372 — Mohnöl: 1,463 — Glycerin: 1,475 — Terpentinöl: 1,476 — Canadabalsam: 1,532—1,549 — Anisöl: 1,811 — Glas: 1,5 — Diamant: 2,47.

Aus dieser Zusammenstellung ersehen wir, dass unter den flüssigen Medien Wasser das geringste, verschiedene Oele dagegen ein sehr starkes Brechungsvermögen besitzen. Ein und derselbe Gegenstand wird daher in Wasser weniger stark aufgehellt als z. B. in Glycerin. Ist das Objekt ziemlich transparent, so muss letzterer Umstand auf die Deutlichkeit des Bildes sogar vortheilhaft einwirken, indem eine stärker lichtbrechende Flüssigkeit den mikroskopischen Gegenstand zu sehr aufhellen würde, so dass manche feine Details in der innern Struktur sich unserm Auge entzögen. Umgekehrt würde Wasser manche dunkle, dickere Objekte nicht hinreichend aufklären, und deshalb muss man in diesem Falle zu einem Medium mit grösserem Brechungsindex seine Zuflucht nehmen, z. B. zu Glycerin oder irgend einem Oel. Ueberhaupt hat man sich bei der Auswahl der verschiedenen Zusatzflüssigkeiten ganz nach der stofflichen und physikalischen Beschaffenheit des betreffenden Objektes zu richten. — Gegenstände aus dem Pflanzenreich verlangen in der Regel eine weniger starke Aufhellung, als zoologische Objekte. Aus diesem Grunde reicht man bei der Anfertigung vorübergehender botanischer Präparate mit Wasser als Zusatzflüssigkeit nahezu aus, während man bei mikroskopischen Demonstrationen aus dem Thierreich gewöhnlich reines Glycerin zur Anwendung bringt. Sehr gerne bereitet man sich auch eine Mischung von Glycerin und Wasser oder Glycerin und Essigsäure, und gebraucht man erstere für botanische und zoologische, letztere für zoologische Gegenstände. Die Mischung von Glycerin und Wasser ist überhaupt in sehr vielen Fällen in Anwendung zu bringen, nämlich dann, wenn das concentrirte Glycerin auf zarte Objekte in starkem Grade zusammenziehend einwirken würde. Beschäftigt man sich mit der Untersuchung von Muskulatur, Blutzellen u. s. w., so bedient man sich mit Vortheil einer verdünnten Essigsäure. Alkohol eignet sich für die meisten frischen Thier- und Pflanzengewebe nicht besonders gut als Zusatzflüssigkeit, da er das in ihnen gelöste Eiweiss gerinnen macht. Er entzieht ferner das in den Geweben enthaltene Wasser oft allzu rasch, mit welchem Wasserentzug stets ein Zusammenschrumpfen der Präparate verbunden ist. Terpentinöl würde zur Aufhellung ganz passend sein, löst jedoch Fettbestandtheile auf. So bleiben uns als allgemein brauchbare Zusatzflüssigkeiten nur Wasser und Glycerin übrig, und in der That werden diese zwei Flüssigkeiten weitaus in den meisten Fällen zur Aufhellung in Anwendung gebracht.

Das Verfahren, das man beim Zusatz solcher aufhellender Flüssigkeiten einzuschlagen hat, mag etwa folgendes sein: Man bringt mittelst eines Glasstabes einen Tropfen der Zusatzflüssigkeit auf den Objektträger, entfernt allfällig störende Luftblasen mit der Spitze einer Präparirnadel, legt das Objekt, das man möglichst in die Tiefe drückt, hinein und bedeckt das Ganze vorsichtig mit einem Deckgläschen. Hiebei hat man darauf zu achten, dass die obere Fläche des Deckgläschens nicht mit der Flüssigkeit verunreinigt wird, welcher Fall namentlich dann eintritt, wenn man ein zu grosses Flüssigkeitsquantum zugesetzt hat. Diesem Fehler kann man dadurch begegnen, dass man einen Theil des Mediums vor Auflegen des Deckglases entfernt, indem man ihn mit der Spitze eines Stückchens Löschpapier aufsaugt. Sehr zweckmässig ist es, den betr. Gegenstand längere Zeit in der passenden Zusatzflüssigkeit (Glycerin) liegen zu lassen, ehe man ihn unter das Mikroskop bringt.

Am Schlusse dieses Abschnittes angelangt, wollen wir noch ganz in Kürze einiger **Härtungsmethoden** gedenken. Wie wir schon früher bemerkt, sind viele Objekte zur Anfertigung von Schnitten zu weich. Den geeignetsten Härtegrad bietet ungefähr der Knorpel. Im ganzen thierischen Körper ist es aber nur der Knorpel, der diese Härte besitzt. Alle andern Organe sind entweder härter (wie Knochen und Zähne) oder bedeutend weicher (wie Muskulatur, Nerven, Lunge etc.). Um daher solche weiche thierische Gewebe schneiden zu können, muss man sie zuvor durch irgend ein Mittel zu härten suchen. Meistens verwendet man hiezu Alkohol und Chromsäure. Die Alkoholhärtung beruht auf der wasserentziehenden Eigenschaft des absoluten Weingeistes. Wenn letzterer in Berührung mit wasserhaltigen Objekten gelangt, so zieht er das Wasser aus denselben heraus und macht sie dadurch trocken, härter und schnittfähig. Die Härtung wird nun in der Weise vorgenommen, dass man ein kleines Stück des ganz frischen Organes in eine grössere Menge absoluten Alkohols legt, die Porzellanschale mit einem Deckel oder einer Glasglocke zudeckt und das Objekt 2—3 Tage in der Flüssigkeit liegen lässt. Manchmal verwendet man mehrere Sorten von Alkohol. Zur ersten Einlage bedient man sich eines schwächern, ersetzt diesen nach ungefähr einem Tage durch einen stärkern und später durch einen noch wasserärmern. Diese Methode verdient sogar noch den Vorzug vor der erstern; denn durch den allmäligen, langsamen Wasserentzug leidet die innere Struktur des Objektes (durch allzustarkes Zusammenschrumpfen) weniger, als wenn man sofort ganz wasserfreien Alkohol hinzusetzt. Vom Alkohol macht man hauptsächlich Gebrauch bei der Härtung von Muskulatur, Lunge, Leber u. s. f. Will man dagegen Gehirn und Rückenmark hart und schnittfähig machen, so leistet eine ganz verdünnte Chromsäure

weit bessere Dienste. Die Säure soll aber höchstens zweiprozentig sein. In dieser schwachen Lösung bleibt nun das Objekt tage- oder sogar wochenlang liegen, bis man den wünschbaren Härtegrad erreicht hat. (Näheres über vereinzelte Präparationsverfahren in Abtheilung III.)

C. Anfertigung von Dauer-Präparaten und deren Aufbewahrung.

Allgemeines über die Auswahl von Einschlussflüssigkeiten.

Ist es dem angehenden Mikroskopiker nach vielen Anstrengungen endlich gelungen, einen annähernd tadellosen Schnitt durch ein Pflanzenorgan herzustellen oder hat er nach langem Suchen irgendwo ein seltenes zoologisches Objekt auftreiben können, das sich so leicht nicht jeden Augenblick wieder erhalten lässt, so mag er wohl den bescheidenen, aber gerechten Wunsch aussprechen, er möchte das Präparat, das ihm so viel Freude bereitet, dauernd aufbewahren, damit er zu jeder beliebigen Zeit dasselbe wieder benutzen kann, ohne sich in die unangenehme Nothwendigkeit versetzt zu sehen, fraglichen Schnitt neuerdings ausführen oder das seltene Insekt, den nicht häufig vorkommenden Polypen etc. abermals und vielleicht vergeblich suchen zu müssen. Auch dem Lehrer, der die köstlichen, karg zugemessenen Lehrstunden unmöglich mit der zeitraubenden Präparation mikroskopischer Objekte vergeuden darf und will, mag es vielleicht willkommen sein, die in seinen Mussestunden angefertigten Präparate auf irgend eine Art dem zerstörenden Zahn der Zeit zu entziehen, um seine mit vieler Mühe gewonnenen Resultate noch nach Jahren im Interesse seiner Schule verwerthen zu können. Beide werden sich fragen: Was ist zu thun, um unsere Präparate gegen äussere Einflüsse zu schützen? Welches Verfahren muss eingeschlagen werden, um die Früchte unserer Arbeit möglichst lange in vollkommen unverändertem Zustande zu erhalten?

Als Antwort auf diese Fragen soll der nachfolgende Abschnitt dienen, in welchem wir in ganz einlässlicher Weise die verschiedenen Methoden, die man bei dem gegenwärtigen Stand der mikroskopischen Technik behufs Anfertigung von sog. **Dauerpräparaten** zur Anwendung bringt, beleuchten werden.

Damit sich ein mikroskopisches Präparat auf längere Dauer unverändert erhält, muss man dasselbe vor Staub, äussern mechanischen

Verletzungen, vor Eintrocknen und namentlich auch vor stofflicher Zersetzung resp. Fäulniss zu bewahren suchen. Diesen Zweck erreicht man am leichtesten bei einigen Hartgebilden durchsichtiger Natur, die man trocken, d. h. ohne weiteres Einschlussmittel aufbewahren kann. Hieher gehören: Krystalle von nicht hygroskopischen Substanzen, feine Schliffe von Mineralien, Knochen, Zähnen und Korallen, ferner Kieselpanzer von Diatomeen, Haare, Schmetterlingsschuppen, Pollenkörner etc. etc. Diese Gegenstände bringt man einfach in eine viereckige oder runde Lackzelle und verschliesst letztere mit einem Deckglase. Aber auch die oben citirten Hartgebilde werden heutzutage nicht mehr häufig als eigentliche Trockenpräparate behandelt, sondern man bettet die Mehrzahl derselben (wie Knochen- und Zahnschliffe, Pflanzen- und Thierhaare, Schmetterlingsschuppen, Pollen etc.) in eine aufhellende, gut konservirende Substanz ein (meist in Harze).

Frische, saftige Thier- und Pflanzenpräparate lassen sich unmöglich trocken aufbewahren, indem sie durch Eintrocknen d. h. Verdunsten des in ihnen enthaltenen Wassers und durch chemische Zersetzung sehr bald ihren innern Bau verändern und in kurzer Zeit ganz unkenntlich würden. In Folge dessen müssen frische, grüne Pflanzentheile und weiche thierische Gewebe unbedingt in ein aufhellendes, lichtbrechendes Medium eingeschlossen werden, welches das Objekt möglichst wenig verändert und es lange Zeit hindurch konservirt. Sehr viele derbere Objekte lassen sich dadurch dauernd aufbewahren, dass man sie in ein Medium einschliesst, welches anfangs flüssig ist, später aber in den festen Aggregatzustand übergeht. Als solche Einschlussmittel gebraucht man meist flüssige Harze, z. B. Canadabalsam und Sandarac. Andere Objekte, die etwas weicher, durchsichtiger und von zarterer Struktur sind, werden in eine Substanz gebettet, die nie fest wird, sondern stets flüssig bleibt. Bei der Auswahl einer derartigen Flüssigkeit hat man hauptsächlich auf zwei Punkte sein Augenmerk zu richten: 1) auf ihre Fähigkeit, in den luftförmigen Zustand überzugehen und 2) auf ihre Eigenschaft, die physikalische und chemische Beschaffenheit des Gegenstandes zu verändern. Besitzt eine Flüssigkeit die Eigenschaft, leicht zu verdunsten, so ist dieselbe zum bleibenden Einschluss mikroskopischer Objekte gar nicht geeignet. Ein ganz sorgfältig ausgeführter Lackverschluss kann im Laufe der Zeit kleine Risse erhalten, durch welche die Flüssigkeit in gasförmiger Gestalt entweicht. Die Flüssigkeit im Innern nimmt dadurch quantitativ ab, atmosphärische Luft tritt ein, und das Präparat geht schliesslich zu Grunde. Hieraus geht hervor, dass sich Wasser, Alkohol, Terpentinöl, Aether und andere Flüssigkeiten, die bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, nicht gut zur Herstellung von bleibenden Präparaten gebrauchen lassen, und der Mikroskopiker sieht sich gezwungen, statt ihrer solche

Medien zu wählen, die nur schwer oder gar nicht verdunsten. Als solche verwendete man früher fette Oele und Chlorcalciumlösung. Gegenwärtig dient Glycerin als allgemein verbreitetes Einschlussmittel. Dieser Flüssigkeit geht das Verdunstungsvermögen gänzlich ab; zudem behandelt sie die eingelegten Gegenstände sehr schonend. Letztere erleiden in Glycerin keine chemische Veränderung; höchstens schrumpfen sie in reinem Glycerin etwas zusammen, was von der Wasserentziehung herrührt. Diesem Uebelstande kann man aber dadurch begegnen, dass man die concentrirte Flüssigkeit mit mehr oder weniger Wasser verdünnt. Die Chlorcalciumlösung, früher bei den Botanikern ein beliebtes Einschlussmittel, verdunstet gleichfalls nicht; dagegen leidet sie an einem andern Fehler, nämlich an dem, dass sie auf gewisse Pflanzentheile verändernd einwirkt. So schwellen die Stärkemehlkörner darin auf, wie in siedendem Wasser und werden unkenntlich. Gewisse Farbstoffe werden durch Chlorcalcium theilweise zerstört (z. B. Chlorophyll), während Amylum und Blattgrün in Glycerin unverändert erhalten bleiben. Hieraus resultirt, dass Glycerin, als flüssig bleibendes Einschlussmittel, weitaus die besten Dienste leistet, und ist deshalb dieser Stoff bis heute durch keine passendere Aufbewahrungsflüssigkeit verdrängt worden.

Nachdem im Vorhergehenden über die Wahl eines einschliessenden Mediums das Nothwendigste gesagt worden, gehen wir jetzt zu den verschiedenen Aufbewahrungsmethoden über. Es existiren deren hauptsächlich drei: Die Sandarac-Methode, die Glycerin-Methode und der Einschluss in Canadabalsam.

Sandarac-Methode.

Bei diesem Verfahren gebraucht man als Einschlussmittel ein Coniferenharz, den Sandarac, welcher aus der Rinde einer in Nordafrika einheimischen Cypressenart (afrik. Lebensbaum — *Thuja articulata L.)* freiwillig herausfliesst. An der Luft erhärtet dieses Harz sehr bald und bildet dann längliche, spröde, blassgelbe und durchsichtige Körner, die sehr leicht zu Pulver zerrieben werden können. Behandelt man dieses Sandarac-Pulver mit absolutem Alkohol und erwärmt das Ganze gelinde, so löst sich der Sandarac auf und liefert, nach geschehener Filtration, eine schön dunkelgelbe Flüssigkeit, welche ein ausgezeichnetes, sehr schnell festwerdendes Aufbewahrungsmittel für eine grosse Anzahl mikroskopischer Objekte bildet. Das Sandarac-Harz schützt die Präparate nicht bloss gegen äussere zerstörende Einflüsse, sondern es macht dieselben in Folge seines starken Lichtbrechungsvermögens auch sehr durchsichtig, was für viele dunklere und festere, trockene Gegenstände ein Vortheil ist, dagegen auf weichere Objekte von zartem Bau nicht günstig einwirkt,

indem dieselben zu transparent erscheinen. Aus dem eben Gesagten geht hervor, dass sich der Sandarac-Einschluss in erster Linie für festere Gegenstände eignet, die in Alkohol wenig schrumpfen, und daher findet diese Aufbewahrungsweise praktische Verwerthung beim Einschliessen sehr vieler zoologischer Objekte, während man für botanische Präparate in der Mehrzahl der Fälle zum Glycerin seine Zuflucht nimmt. Von zoologischen Gegenständen dürfen in Sandarac (oder in Canadabalsam) eingebettet werden: sämmtliche entomologischen Präparate (etwa mit Ausnahme von Tracheen und Insekten-Muskulatur), ferner die meisten Objekte über Spinnen, Krebse, Würmer, Mollusken, Stachelhäuter und Darmlose (Kiemen, Muskulatur, Augen-Präparate, Saugwürmer, Querschnitt durch Regenwurm etc. ausgenommen). Präparate über Histologie des Menschen und der Wirbelthiere schliesst man meist vortheilhafter in Glycerin ein. Von botanischen Gegenständen erhalten sich einige (mit derber Struktur) ebenfalls ganz gut in Harz, wie z. B. diverse Pflanzenhaare, Schnitte durch Nadelhölzer, Schnitte durch derbe Blätter (Tannadeln), Schnitte durch verschiedene trockene Hölzer, Korkgewebe, Sporangien von Farn, Schleuderzellen von Lebermoosen, Moosbüchsen u. s. f. Bestimmte Regeln, welche Präparate in Sandarac und welche in Glycerin einzubetten sind, lassen sich übrigens keine aufstellen. Man halte sich bei der Auswahl des Einschlussmittels ungefähr an das vorhin Gesagte, und dabei prüfe Jeder selbst, welche Flüssigkeit er für einen gewissen Gegenstand als passender erachtet. Deshalb ist Anfängern anzurathen, die gefertigten Präparate sowohl in Sandarac als in Glycerin einzuschliessen. Nach Verfluss einiger Monate wird sich dann Jeder leicht überzeugen können, welches Medium die bessern Dienste geleistet.

Der Einwand, den Prof. Dr. Frey in seinem Werke über Mikroskopie gegen die Sandarac-Methode macht, mag zum Theil gerechtfertigt sein, indem wirklich viele Objekte nach Verlauf von Wochen oder Monaten unbestimmte Konturen zeigen und die Farben mancher tingirter Präparate in kurzer Zeit merklich erblassen. Doch mag man diese fatalen Beobachtungen auch bei andern harzigen Einschlussmitteln machen, so dass die Sandarac-Methode deswegen nicht gänzlich zu verdammen ist. In gewisser Beziehung ist sie sogar dem Einschluss in Canadabalsam weit vorzuziehen. Während nämlich der eingeengte Sandarac in einem verhältnissmässig kleinen Zeitraum vollkommen erhärtet, so dass Präparate schon nach 8—14 Tagen ohne Bedenken mit Lackringen versehen werden können, geht das Festwerden des Canadabalsams im Innern der Zelle leider nur höchst langsam vor sich. Es können Wochen, ja sogar Monate verstreichen, bis der Rand hart geworden, und will man alsdann behufs Anlegung des Lackverschlusses den überflüssigen Balsam mit einem Messer abkratzen und den Objektträger von allfälligen Flecken etc.

reinigen, so geschieht es zuweilen, dass man durch einen ungeschickten, unvorsichtigen Handgriff etwas zu heftig gegen das Deckglas aufstösst und dieses, weil der innere Theil des Harzes vielleicht noch flüssig ist, etwas auf die Seite schiebt, wodurch das eingeschlossene Objekt beschädigt werden kann. Ferner vollzieht sich die Entfernung überschüssigen Harzes beim Sandarac-Einschluss (desgleichen die Reinigung der Glasplatte) viel leichter und schneller, als beim Canadabalsam. Das rasche Erhärten des Harzes hat zudem noch den Vortheil, dass aus der Atmosphäre weniger leicht Wasserdampf in das Medium aufgenommen und so eine Trübung des Gegenstandes eher vermieden wird (pag. 56). Dagegen liegt ein wirklicher Nachtheil der Sandarac-Methode darin, dass bei vielen, tadellos eingeschlossenen Objekten der Sandarac im Laufe der Zeit (nach 3—4 Jahren) zahllose Risse erhält, wodurch die mikroskopische Untersuchung bedeutend erschwert, ja oft zur Unmöglichkeit wird. Durchmustern wir ein solches Präparat bei mässiger Vergrösserung, so haben wir ein von den Sprüngen gebildetes, zellgewebeähnliches Netz vor uns, in dessen Maschen (durch Irisiren) regenbogenfarbige Ringsysteme zu Tage treten.

Ehe man an ein Einschliessen irgend eines Gegenstandes in Sandarac (oder Balsam) denken darf, ist man genöthigt, denselben zu trocknen. Das im Objekt enthaltene Wasser muss vollkommen herausgezogen werden, oder man muss — wie man sich ausdrückt — das Präparat entwässern. Dies ist deshalb nothwendig, weil sich Wasser mit den Harzen nicht mischt und Wassertropfen im Innern der Zelle für die mikroskopische Beobachtung hinderlich und der Existenz des Objektes selbst höchst gefährlich wären. Zur Entwässerung bedient man sich nun allgemein des absoluten (d. h. wasserfreien) Alkohols. Dieser besitzt die Eigenschaft, die mikroskopischen Gegenstände mit möglichster Schonung der Textur ihres Wassers zu berauben. Man füllt nun ein Porzellanschälchen theilweise mit absolutem Alkohol, legt das zu trocknende Präparat hinein und bedeckt die Schale mit einem Deckel oder einer Glasglocke. Bei trockeneren Gegenständen hat sich die Entwässerung rasch vollzogen, vielleicht schon nach einer halben Stunde. Feuchtere Gewebe lässt man zuerst ca. eine halbe Stunde in absolutem Alkohol, dann wechselt man den Weingeist und lässt das Objekt mindestens 12 Stunden (unter Umständen sogar 1—2 Tage) darin liegen. Nach dieser Zeit darf man dasselbe herausnehmen und alsdann zum Einschluss in das Sandaracharz übergehen. Noch ist an dieser Stelle zu bemerken, dass sämmtliche in Harz einzubettende Gegenstände zuvor der Entwässerung unterworfen werden müssen; denn kein Objekt ist absolut trocken; auch ein scheinbar ganz trockenes Gewebe enthält immer noch Feuchtigkeit. — Ferner muss der Alkohol voll-

kommen absolut sein, und dürfen Präparate, die zu entwässern sind, nicht der Alkoholverdunstung ausgesetzt werden; sonst dringt Luft aus dem Alkohol direkt in Sandarac ein.

Um nun die in Alkohol entwässerten Gegenstände in Sandarac einzuschliessen, verfährt man folgendermassen: Der mit einem Lappen gereinigte Objektträger wird über einer Spiritusflamme gelinde erwärmt, um adhärirende Wasserdampfbläschen zu entfernen. Jetzt nimmt man aus dem weithalsigen, mit gläsernem Stöpsel verschlossenen Fläschchen, das zum Aufbewahren des flüssigen Harzes dient, mittelst eines Glasstabes einen Tropfen Sandarac heraus und setzt denselben ungefähr in der Mitte des Objektträgers ab. Sollte das Harz zu dickflüssig sein, so wird der Tropfen mit einem Tröpfchen absoluten Alkohol verdünnt. Die Grösse des zu verwendenden Sandarac-Quantums richtet sich ganz und gar nach den Dimensionen des einzuschliessenden Objektes. Für dickere und umfangreichere Gegenstände erfordert es natürlich eine grössere Harzmenge, als für Haare, Häute etc. Immerhin ist es besser, wenn man den Sandaractropfen nicht allzu klein wählt, indem sich ein etwaiger Ueberschuss des Harzes später leicht wieder beseitigen lässt. Eine allzu grosse Harzmenge zum Einschluss zu verwenden, wäre natürlich Luxus. Zudem würde der am Rande des Deckgläschens hervorquellende Sandarac dasselbe verunreinigen und die Untersuchung des Präparates erschweren. Uebrigens wird man nach einiger Uebung bald im Stande sein, das dem Volumen des Objektes anpassende Harzquantum abzuschätzen. Bemerkt man in dem Harztropfen grössere oder kleinere Luftblasen, so entfernt man dieselben, indem man sie mit einer Nadelspitze an den Rand der ausgebreiteten Sandaracschichte zieht. Jetzt handelt es sich darum, das Objekt aus dem absoluten Alkohol in den Harztropfen zu transportiren. Zu diesem Handgriff bedient man sich für gröbere Gegenstände der Pincette, für feinere dagegen der Präparirnadel, die man zuvor in das flüssige Harz taucht. Die Nadelspitze mit einem kleinen adhärirenden Harztröpfchen bringt man sodann in Berührung mit dem in Alkohol liegenden Präparat. Letzteres bleibt an der Nadel hängen und kann ganz unbeschädigt in den Sandarac übertragen werden. Hier angelangt, gibt man dem Gegenstand die zur Beobachtung erforderliche, richtige Lage und taucht denselben mit der Nadel möglichst in die Tiefe. Nöthigenfalls trägt man über die erste Harzschicht noch eine zweite auf, die rasch mit der ersten Lage zusammenfliessen wird. Hernach ergreift man mit der Hand oder mittelst einer Pincette das gereinigte und mässig erwärmte Deckgläschen, befeuchtet dasselbe mit etwas absolutem Alkohol und legt dasselbe in schiefer Stellung auf den Harztropfen. Indem man mit der Nadel sachte auf das Gläschen drückt, ertheilt man ihm nach und nach die horizontale Lage, bis

es die Sandaracschicht vollkommen bedeckt. Bei dieser Manipulation ereignet sich sehr häufig der Fall, dass das Objekt eine etwas peripherische Lage annimmt und dem Rand des Deckglases zu nahe rückt. Diesem Uebelstand kann man dadurch begegnen, dass man den Druck auf verschiedene Stellen des Gläschens wirken lässt und so den Gegenstand in der Harzmasse so lange hin- und herschiebt, bis er eine möglichst centrale Stellung behauptet. Letztere Bedingung muss durchaus erfüllt sein. Ebenso ist es wünschenswerth, dass das Deckgläschen vollständig horizontal liege. Bemerkt man nach dem Auflegen desselben noch einzelne Luftblasen, so lassen sich dieselben durch vorsichtiges Drücken des Glases, durch Heben und Senken seiner Ränder, in der Regel beseitigen. Jetzt untersucht man mit Hülfe einer schwachen Vergrösserung das Präparat etwas genauer. Bei dieser Durchmusterung wird man sehr häufig noch kleine Luftbläschen entdecken. Um die letzten Spuren derselben zu entfernen, legt man das Dauerpräparat auf eine erwärmende Unterlage: im Winter auf den warmen Ofen und im Sommer an die Sonne; hier lässt man das Objekt stunden- oder tagelang liegen. Durch Einwirkung der Wärme bewegen sich die Luftbläschen von den centralen Theilen der Zelle nach deren Peripherie, allwo sie keinen weitern Schaden mehr veranlassen können. Betreffs der störenden Luftblasen hat man überhaupt bei der Sandarac-Methode gar nicht ängstlich zu sein. Bewahrt man ein fertiges Präparat, das mit Luftblasen reichlich ausgestattet ist, 2—3 Wochen an einem trockenen Ort (z. B. in einem Wandkasten) auf, so sieht man nach dieser Zeit im Innern der Zelle keine Spur von Luftblasen mehr; dieselben haben sich alle an den Rand des Deckgläschens zurückgezogen, so dass sie beim mikroskopischen Sehen nicht mehr störend einzuwirken vermögen. Aus dieser Thatsache resultirt, dass ein Erwärmen auf dem geheizten Ofen oder an der Sonne eigentlich gar nicht nothwendig wäre; gleichwohl ist es sehr zweckmässig, wenn man ein solches Verfahren einschlägt, indem dadurch das Harz schneller erhärtet, was eine Wasserdampfaufnahme und eine dadurch bedingte Trübung des Präparates verhindert.

Nach 14 Tagen bis 3 Wochen (bei künstlicher Erwärmung früher) ist das Präparat soweit trocken, dass man das überflüssige Harz mit einem Federmesser abkratzen kann. Dabei muss man aber äusserst sorgfältig zu Werke gehen, auf dass Deckgläschen und Objekt nicht beschädigt werden. Hat man durch einen mit Alkohol befeuchteten Leinwandlappen die Glasfläche gehörig gereinigt, so kann man sofort zum Verschluss schreiten, indem man um den Rand des Deckgläschens einen Lackrahmen zieht. — Bevor wir aber zur Anlegung der Lackkammern übergehen, wollen wir noch einige Details beifügen über die besondern Vorsichtsmassregeln, die man beim

Einschluss in Sandarac zu befolgen hat, ferner über die Reinigung der Objektträger und Deckgläschen, über Verwerthung misslungener Präparate und über das sog. Umbetten mikroskopischer Objekte in Harz, welche Bemerkungen zum Theil auch für Glycerin-Präparate ihre Gültigkeit haben.

Die Sandarac-Methode ist sehr leicht zu handhaben; nur müssen drei Bedingungen erfüllt sein: 1) Vollständige Entwässerung, 2) ganz absoluter Alkohol und 3) möglichst rascher Verschluss. Treffen diese drei Punkte nicht zu, so tritt als nothwendige Folge früher oder später eine Trübung der Präparate ein. Diese höchst unangenehme Erscheinung offenbart sich auf folgende Weise: Zuerst bildet sich im Centrum der Zelle (rings um das Objekt herum) ein leichter, weisser Anflug, der von Tag zu Tag an Ausdehnung gewinnt. Untersucht man diesen nebligen Ring unter dem Mikroskop, so sieht man, wie das Objekt in einer Unmasse von Wasserbläschen gleichsam schwimmt. Eine derartige Trübung der Harzpräparate durch Wasser hat gewiss schon jeder Anfänger erfahren müssen; sie tritt bald früher, bald später ein (oft erst nach Monaten), namentlich aber dann, wenn während der Zeit, als man den Sandarac-Einschluss vornahm, die Atmosphäre mit Wasserdampf nahezu gesättigt war. Wie sind nun solche, mit Wasser geschwängerte Präparate wieder brauchbar zu machen? Man legt dieselben 8—10 Tage lang auf den warmen Ofen oder setzt sie während einiger Zeit den direkten Sonnenstrahlen aus. Durch die ungewöhnliche Wärme geht das eingeschlossene Wasser in den gasförmigen Zustand über und bahnt sich schliesslich in dieser Aggregatsform einen Ausweg in die Atmosphäre. — Will man also mit der Sandarac-Methode reüssiren, so richte man auf die oben erwähnten drei Punkte ein ganz besonderes Augenmerk. Man entwässere alle Objekte und lasse dieselben lieber etwas zu lange im Alkohol liegen. Sodann kaufe man sich ganz wasserfreien Alkohol und verschliesse die Flasche gut; denn bei ungenügendem Verschluss derselben kann der Weingeist auch Wasser aus der Luft aufnehmen. Endlich warte man mit dem Auflegen des Deckgläschens nicht lange zu und athme in dem Moment, wo man verschliesst, keine feuchte Luft auf den Sandarac aus. Auch mag es zweckmässig sein, Sandarac-Präparate bei möglichst trockener Witterung anzufertigen.

Wie bereits früher betont worden, sind Objektträger und Deckgläser vor dem jeweiligen Gebrauch mit einem trockenen Leinwandlappen gehörig zu reinigen. Geschliffene Gläser zeigen aber bisweilen auch nach der sorgfältigsten Reinigung noch Schmirgelflecken, Ritzen, Streifen etc., welche bei der Beobachtung störend wirken und daher, wenn immer thunlich, beseitigt werden müssen. Zu dem Ende legt

man Objektträger und Deckgläser zuvor einige Stunden in Spiritus und nimmt hernach die Reinigung vor.

Sehr häufig gelangt der Anfänger in den Besitz misslungener oder sonst werthloser Dauerpräparate, die er vielleicht später durch gelungenere oder seltenere Objekte ersetzen kann. Da er natürlich derartige werthlose Arbeiten nicht aufbewahren will, er aber doch das angewandte Glasmaterial zu retten wünscht, so kann er, um Objektträger und Deckgläser wieder in brauchbaren Zustand zu versetzen, folgendes einfache Verfahren einschlagen: Man erwärmt die Harzpräparate über einer Spiritusflamme so lange, bis Harz und Lackringe zu schmelzen beginnen, in welchem Moment das Deckgläschen in die Höhe springt und dann leicht, ohne Schaden zu nehmen, abgelöst werden kann. Hierauf legt man Objektträger und Deckgläschen in gewöhnlichen Alkohol ein und lässt sie hier 12—24 Stunden liegen. Nach dieser Zeit haben sich Maskenlack und Harz im Spiritus gelöst, und können jetzt die Gläser sehr leicht gereinigt werden. (Bei Anwendung von Asphaltlack ist Terpentinöl als Lösungsmittel des Lackes zu gebrauchen.)

Zuweilen wünscht man auch, ein werthvolles mikroskopisches Objekt in Folge Trübung des Mediums oder wegen Zerspringen des Deckglases oder Vorhandensein von Luftblasen aus dem bereits festgewordenen Harzeinschluss herauszunehmen, um es auf einem andern Objektträger zum zweiten Mal einzuschliessen. Man nennt diese Manipulation das Umbetten eines mikroskopischen Objektes. Dieses Umbetten hat seine Schwierigkeiten, und gelingt die etwas heikle Operation nicht immer, indem der Gegenstand sehr oft trotz der grössten Sorgfalt etwelche Beschädigung erleidet. Das Verfahren ist etwa folgendes: In erster Linie muss der ganze Lackverschluss sauber und sorgfältig weggekratzt werden, da sonst bei dem nachfolgenden Erwärmen der flüssige Lack sich mit dem Harz vermischen und dadurch das Objekt verderben könnte. Nachher wird das Präparat über einer Spiritusflamme soweit erhitzt, bis das einschliessende Medium in den flüssigen Zustand übergeht und das Deckgläschen sich hebt. Jetzt nimmt man mittelst der Pincette oder Nadel den Gegenstand rasch, aber sorgsam heraus, bringt ihn einige Zeit lang in absoluten Alkohol und bettet ihn schliesslich wieder in Harz ein. Das Fassen und Herausnehmen des Objektes muss mit grosser Schnelligkeit vor sich gehen, denn der flüssige Sandarac erhärtet an der Luft sofort wieder, der Gegenstand bleibt in den hart und zäh gewordenen Harzfäden hängen, und ist es dann äusserst schwierig, denselben zu befreien, ohne ihm ganz bedeutenden Schaden zuzufügen.

Zur Anfertigung der Lackrahmen übergehend, wollen wir zunächst kurz die verschiedenen Lacksorten besprechen, die gegenwärtig für mikroskopische Zwecke am meisten im Gebrauch sind.

Es sind dies der überall bekannte Asphaltlack (Eisenlack), der Bourgogne'sche Präparatenkitt und der schwarze Berliner Maskenlack No. III von Prof. Dr. Schacht. Ersterer besteht aus einer Lösung von Asphalt in Leinöl und Terpentin und kann um billigen Preis aus jeder Apotheke bezogen werden. Derselbe ist von glänzend braunschwarzer Farbe und trocknet verhältnissmässig rasch (zur Verdünnung dient Terpentin). Ein grosser Uebelstand dieses Kittes besteht darin, dass er (speziell bei Glycerinpräparaten) sehr gern Risse und Sprünge bekommt und bei weiterer Zusammenziehung nach Wochen oder Monaten Tropfen der Konservirungsflüssigkeit hervorpresst. Aus diesem Grunde wird der gewöhnliche Asphaltlack gegenwärtig nicht mehr so häufig angewendet wie früher. Weit grössere Verbreitung geniessen die beiden andern Kittarten, namentlich der Berliner Maskenlack. Der Bourgogne'sche Präparatenkitt, ebenfalls eine Asphaltlacksorte, besitzt wie der gewöhnliche Eisenlack eine braunschwarze Farbe, trocknet ziemlich rasch und ist namentlich zum Verschluss runder Deckgläschen sehr zu empfehlen. (Doch ist mehrmaliges Umziehen nothwendig.) — Der schwarze Berliner Maskenlack zeichnet sich von den zwei oben angeführten Cementen durch ein tieferes, reineres Schwarz vortheilhaft aus; auch trocknet er sehr schnell (2—3 Tage). Die Verdünnung dieser Lacksorte geschieht durch absoluten Alkohol. Ein Springen der Lackzellen bei Glycerinpräparaten ist hier nicht wahrzunehmen.

Obschon ein Verkitten der Sandarac-Präparate im Grunde genommen nicht nothwendig wäre, indem ja hier das Harz zugleich den Dienst eines Kittes versieht, so wird man gleichwohl, um dem Objekt einen grössern Schutz und dem Präparat selbst ein gefälligeres Aussehen zu verleihen, in den meisten Fällen das Deckgläschen mit einem Lackrahmen umziehen. Zum Auftragen des Lackes bedient man sich eines ganz kleinen Malerpinsels (Haarpinsels), in dessen Kiel man zum Zwecke leichterer Handhabung einen dünnen 12—15 cm. langen hölzernen Stift befestigt. Der Pinsel wird nun mit seiner Spitze in den flüssigen Lack getaucht und mit dem hängengebliebenen Tröpfchen eine erste Lackschicht rings um den Rand des Deckgläschens gezogen. Ist die erste Kittlage getrocknet, so überzieht man dieselbe mit einer zweiten, selbst dritten und vierten; denn je öfter und sorgfältiger dies geschieht, um so haltbarer wird das Präparat. Bei diesem Verkitten ist zu beobachten, dass die Lackschichten überall in gleicher Breite ausgeführt und sowohl auf dem Rand des Deckgläschens, als dem angrenzenden Theil des Objektträgers ausgebreitet werden. Man mache den Lackrahmen nicht allzu breit, damit nicht etwa ein Theil des Objektes durch denselben verdeckt werde. Für viereckige Deckgläser darf man den Kitt etwas dickflüssiger wählen, als für runde. Dass der Pinsel nach gemachtem

Gebrauch durch Alkohol (oder Terpentinöl) gereinigt werde, versteht sich wohl von selbst. Unterlässt man diese Vorsichtsmassregel, so trocknet der Lack zwischen den Haaren ein, und der Pinsel wird bald unbrauchbar.

Zum Anlegen kreisrunder Lackringe gebraucht man eine besondere Vorrichtung, den sog. **Drehtisch,** der zum Preise von 12 Frcs. durch Optikus Ernst in Zürich zu beziehen ist, übrigens auch von jedem Mechaniker angefertigt werden kann. Dieses Instrument sollte keinem Mikroskopiker fehlen; denn mit Hülfe des Drehtisches ist das Verkitten kreisrunder Deckgläschen eine Kleinigkeit und erfordert viel weniger Zeit, Mühe und Fertigkeit, als das Ziehen viereckiger Lackrahmen. Zudem macht ein gelungener kreisrunder Lackring auf das Auge des Beschauers einen ästhetisch günstigeren Eindruck, als ein quadratischer Zellenverschluss. Die Einrichtung des einfachen Apparates (Dr. Frey's verbesserter Drehtisch der Engländer) ist folgende: Eine kreisrunde Messingscheibe von

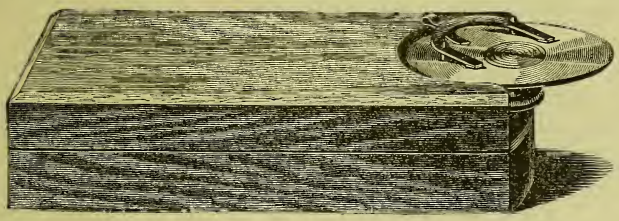


Fig. 12.
Dr. Frey's verbesserter Drehtisch der Engländer.

ca. 9 cm Durchmesser trägt auf ihrer obern Fläche einen federnden Bügel, der durch den Druck der Fingerspitze gehoben und gesenkt werden kann und zum Festklemmen des Objektträgers dient. Im Mittelpunkt der Platte sind 6—8 concentrische Kreise nach der Grösse der Deckgläschen in das Messing eingravirt und weisen die Stellen an, an denen die Lackringe zu ziehen sind. Unterhalb dieser Messingscheibe und in fester Verbindung mit derselben bemerkt man eine zweite, kleinere, ebenfalls kreisrunde Platte mit gekerbtem Rande, die dazu bestimmt ist, die obere Scheibe und mit derselben das Präparat in rotirende Bewegung zu versetzen. Zu diesem Zwecke steckt man die beiden Messingplatten auf ein stählernes, konisch zugespitztes Zäpfchen, das in die hölzerne Unterlage eingelassen ist und das der rotirenden Scheibe als Drehachse dient. Ueber die Handhabung des Drehtisches lässt sich Folgendes aussagen: Nachdem man mittelst des Bügels den Objektträger derart befestigt, dass der Umfang des Deckgläschens mit der Peripherie irgend eines eingravirten Kreises genau zusammenfällt, schreitet man zur Anfertigung der Lackkammern. Man nimmt den in das Cement getauchten Pinsel und hält ihn genau

senkrecht über den Rand des Deckgläschens, während sich die rechte Handwurzel behufs unverrückter Stellung der Hand auf das hölzerne Klötzchen stützt. Mit dem Mittelfinger der linken Hand, die auf dem Tische ruht, bringt man jetzt die Messingscheibe in langsam drehende Bewegung, während man gleichzeitig den Pinsel sachte, aber immer in vertikaler Lage auf Objektträger und Deckglas drückt. Was die Füllung des Pinsels anbetrifft, so darf hier des Guten nicht zu viel geschehen. Ein ganz kleines Tröpfchen ist für die erste Lackschicht vollkommen ausreichend. Ist letztere trocken geworden, so überzieht man sie mit einer zweiten Schicht, diese mit einer dritten, und so wird fortgefahren, bis der Lackwall die gewünschten Dimensionen erlangt hat. Der schwarze Kitt soll stets eine dünnflüssige Beschaffenheit zeigen, weshalb man den Maskenlack von Zeit zu Zeit mit Alkohol verdünnen muss.

Einschluss in Canada-Balsam.

Der Canadabalsam ist gleichfalls ein Coniferenharz und stammt von der in Nordamerika (Canada) sehr häufig vorkommenden *Abies balsamea L. (Abies canadensis L.)*, einer unserer Weisstanne sehr ähnlichen Fichtenart. Derselbe stellt ein nahezu farbloses oder schwach gelbliches, sehr zähes Harz von dickflüssiger Consistenz und starkem Lichtbrechungsvermögen vor. Für mikroskopische Zwecke muss dieses Medium vollkommen rein und durchsichtig sein und sorgfältig gegen Staub, sonstige Verunreinigungen und allzu rasches Eintrocknen an der Luft geschützt werden. Man bewahrt es daher am besten in einem Porzellanbüchschen oder in einem weithalsigen Fläschchen mit gläsernem Stöpsel auf. Ist der Balsam im Laufe der Zeit allzu dickflüssig geworden, so verdünnt man ihn mit Terpentin, Benzin oder Chloroform. In der Regel hilft dagegen auch mässiges Erwärmen über einer Spiritusflamme oder auf dem geheizten Ofen. — Obschon Canadabalsam unter allen harzigen Einbettungssubstanzen zur Stunde am meisten im Gebrauch ist, so bietet derselbe doch verschiedene Nachtheile, die wir beim Sandarac nicht finden. Ein Hauptübelstand liegt in dem langsamen Erhärten. Ferner geschieht die Beseitigung überflüssigen Harzes resp. das Abkratzen desselben, überhaupt die Reinigung des Objektträgers, beim Sandarac leichter und schneller als beim Balsam. Da Sandarac weniger zähe und klebrig ist, als Canadabalsam, so vollzieht sich die ganze Prozedur des Sandarac-Einschlusses mit grösserer Reinlichkeit, als die der Balsam-Methode. Bei Anwendung von Sandarac lassen sich auch ganz dicke Objekte, z. B. kleine Käfer, Spinnen etc. mit grosser Leichtigkeit einschliessen, ohne dass man seine Zuflucht zu Kautschukzellen, Glaszellen u. s. f. nehmen muss. In Canadabalsam ist dies weniger leicht möglich, weil sich dieses Harz nicht in so dicken Lagen auftragen lässt, wie der Sandarac. Dagegen besitzt der

Balsam-Einschluss einen wesentlichen Vortheil gegenüber der Sandarac-Methode, dieweil die meisten sehr zarten Gegenstände nach Verfluss etlicher Monate im Balsam mit deutlicheren, schärferen Umrissen zu Tage treten, als im Sandarac. Dies mag der Grund sein, warum die Sandarac-Methode bis heute nur von einer kleinen Anzahl von Mikroskopikern adoptirt wurde. Im Uebrigen ist beim Canadabalsam-Einschluss ganz das gleiche Verfahren einzuhalten, wie beim Sandarac-Harz. Mit der Verkittung hat man natürlich hier etwas länger zuzuwarten, so dass bei solchen Präparaten die Lackringe erst nach 4—6 Wochen oder noch später aufgetragen werden können. Beim Abkratzen des überschüssigen Harzes sei man alsdann äusserst vorsichtig!

Die Glycerin-Methode.

Das Glycerin oder Oelsüss, eine farblose, ölige, süssschmeckende Flüssigkeit, ist ein ausgezeichnetes Aufbewahrungsmittel für weiche thierische oder pflanzliche, wasserhaltige Gewebe. Man kann mit Recht sagen: Was Canadabalsam oder Sandarac für trockene Objekte, leistet Glycerin für feuchte. Obige Verwendung verdankt das Glycerin den Eigenschaften, dass es in concentrirtem Zustande gar nicht verdunstet, die meisten Objekte sehr gut konservirt, sich mit Wasser leicht mischt und ein starkes Brechungsvermögen aufweist, wodurch weniger transparente Gegenstände bedeutend aufgehellt werden. In Folge der Eigenschaft, mit grosser Begierde Wasser anzuziehen, wirkt das Glycerin auf viele sehr zarte, mit Wasser getränkte Objekte in der Weise ein, dass sie durch den Wasserentzug zusammenschrumpfen und dadurch ihre Gestalt verändern. Hat man dies nicht zu befürchten, so darf man das Gewebe getrost in concentrirtes Glycerin einschliessen. Bei sehr zarten und durchsichtigen Gegenständen jedoch, bei welchen reines Glycerin eine Formveränderung hervorbringen und zugleich die Präparate zu stark aufhellen würde, ist es zweckmässig, ja sogar nothwendig, wenn man dasselbe ungefähr zu gleichen Theilen mit reinem Wasser versetzt. Auch sollte man vor dem definitiven Einschluss den Gegenstand einige Tage lang durch reines Glycerin oder eine Mischung von Glycerin und Wasser gehörig auswaschen.

Will man mit der Glycerin-Methode gute Erfolge erzielen, so erfordert sie bedeutend mehr Sorgfalt und Uebung als das Sandarac-Verfahren. Von einer Entwässerung durch absoluten Alkohol nimmt man natürlich hier Umgang; dagegen hat man auf zwei andere Punkte ein hohes Gewicht zu legen: 1) auf gänzliche Entfernung der Luftblasen und 2) auf einen möglichst sorgfältigen, dauerhaften Lackverschluss. Die erste Arbeit

besteht in der Anfertigung von quadratischen oder runden Lackkammern auf dem Objektträger, welche Zellen zur Aufnahme des Präparates bestimmt sind. Die Grösse dieser Lackkammern soll der Dimension des Objektes und der Grösse und Gestalt der Deckgläschen anpassend sein. Für dickere Gegenstände wählt man die Lackrahmen etwas höher, für dünne etwas niedriger. In allen Fällen aber muss der Rand des Cementringes denjenigen des Deckgläschens überragen. Diese Lackrahmen lässt man nun etwas trocknen, was bei warmer Witterung (oder auf dem mässig warmen Ofen) vielleicht schon nach einer halben Stunde erfolgt. Hernach überzieht man sie nochmals mit einer ganz dünnen Lackschicht und bringt mittelst eines Glasstabes so viel Glycerin in die Zelle, dass sie (nach Auflegen des Deckglases) jedenfalls ausgefüllt wird. Man wähle den Tropfen lieber etwas zu gross als zu klein. Jetzt legt man das Objekt in die Einschlussflüssigkeit und drückt dasselbe durch eine Nadel möglichst in die Tiefe, so dass es vom Glycerin vollständig überströmt wird. Sieht man vereinzelte Luftblasen, so werden sie mit der Nadelspitze an den Rand hinausgezogen. Alsdann setzt man das gereinigte und angehauchte Deckgläschen vorsichtig auf die Lackkammer, so dass dasselbe überall auf dem Cementring aufliegt und drückt dasselbe mit der Präparirnadel möglichst fest auf den Lackrahmen. Durch diese Compression lassen sich auch etwa noch zurückgebliebene Luftblasen in den meisten Fällen entfernen. Gelingt dieses trotz des angewandten Druckes nicht, so ist das Präparat durch ein besseres zu ersetzen. Es gibt gewisse Gegenstände, z. B. Hollundermark, Korkgewebe u. s. f., bei denen sich die Luftblasen nur sehr schwer austreiben lassen. Für solche Objekte ist ein vorheriges Kochen in Alkohol anzurathen. — Die gänzliche Beseitigung der störenden Luftblasen ist eine Hauptschwierigkeit, die uns die Glycerin-Methode in den Weg legt. Man beobachte deshalb beim Auflegen der Deckplatte doppelte Vorsicht! Es geschieht sehr oft, dass durch allzu starkes Drücken am Rande der Platte das Glycerin hier in zu reichlichem Masse herausgetrieben wird, während sich das Deckgläschen auf der gegenüberliegenden Seite hebt und an dieser Stelle alsdann neue Luftblasen in die Zelle eintreten. Diesen Uebelstand zu vermeiden, soll man den Lackring überall von gleicher Höhe anfertigen. Ferner muss die Oberfläche des Cementwalles möglichst eben sein, so dass das Deckgläschen an allen Stellen luftdicht aufliegt. Sind diese zwei Bedingungen erfüllt und hat man poröse, viel Luft einschliessende Gewebe zuvor mit Alkohol digerirt, so werden sich in der fertigen Zelle selten mehr Luftblasen wahrnehmen lassen.

Hat man das Deckglas mit der nöthigen Sorgfalt in den noch halbflüssigen Kittring eingedrückt, so lässt man das Präparat auf

horizontaler Unterlage 1—2 Tage ruhig liegen. Während dieser Zeit erhärtet der Kitt in dem Grade, dass die Deckplatte fest aufsitzt und sich dieselbe nicht mehr so leicht seitlich verschieben lässt. — Nun handelt es sich darum, das überschüssige Glycerin wegzuschaffen. Selten wird man den Flüssigkeitstropfen so abmessen können, dass derselbe zum Ausfüllen der Zelle gerade ausreicht; sondern meist wird man das Glycerinquantum etwas zu gross wählen, so dass ein Theil der Flüssigkeit unter dem Rande des Deckglases hervorfliesst und letzteres sowohl als den Objektträger benetzt. Da aber Lack an feuchtem Glase nicht haftet, so ist das überflüssige Glycerin behufs Verschlusses des Präparates sorgfältig zu entfernen. Diesen Zweck kann man auf zwei Arten erreichen: 1) Durch Aufsaugen mittelst Fliesspapier oder einer kleinen Glaspipette und 2) durch Abspülen mit destillirtem Wasser. Sehr zweckmässig mag es sein, wenn man beide Verfahren kombinirt. Zu dem Ende nimmt man ein Stück gutes Löschpapier und saugt mit dessen Ecken und Rändern die Hauptmasse des ausgetretenen Glycerins auf. Ist dann nach Verfluss von 2—3 Tagen die Deckplatte mit dem Lackrand ganz fest verbunden, so spült man das noch vorhandene Glycerin mit reinem Wasser ab, lässt letzteres an der Sonne oder auf dem warmen Ofen verdunsten und reinigt schliesslich Objektträger und Deckglas sorgfältig mit einem von Alkohol befeuchteten Leinwandläppchen. Fühlen sich Deckglas und Objektträger nicht im Geringsten mehr fettig an und sind die Gläser vollkommen trocken, so schreitet man zum Verschluss des Präparates. Dieser letzten Manipulation soll man eine ganz spezielle Aufmerksamkeit schenken. Man lege den Verschluss derart an, dass der Lackrahmen gleichmässig über Deckplatte und Objektträger ausgedehnt werde, damit der Rand der erstern nirgends bloss liege. Sobald die erste Lackschicht vollständig trocken geworden ist, trägt man über der ersten Lage noch eine zweite auf, über dieser noch eine dritte u. s. f., bis man die Ueberzeugung gewonnen, dass der kräftige Cementwall die beiden Gläser in genügendem Masse mit einander verbinde. Obschon ein schmaler Lackring auf das Auge in der Regel einen besseren Eindruck macht als ein breiter, so sehe man bei der Anfertigung von Glycerin-Präparaten vom ästhetischen Standpunkt etwas ab und führe die Verkittung lieber dauerhaft als schön aus. Der Lackrand soll eine gleichmässige Breite von 3—4 mm und eine Höhe von 1—1,5 mm aufweisen. Sind diese Masse erfüllt und bewahrt man die Präparate in horizontaler Stellung an einem trockenen Orte auf, wo sie gegen Staub und äussere mechanische Einwirkungen geschützt sind, so erhalten sie sich eine lange Reihe von Jahren in unverändertem Zustande. Ein Austreten des Glycerins und ein damit in Verbindung stehendes Zugrundegehen des Objektes ist nur dann zu

befürchten, wenn der Lackverschluss ein mangelhafter ist und man die Präparate beim jeweiligen Gebrauch nicht mit der gehörigen Schonung behandelt. Die Reinigung der Deckgläser vollziehe man immer mit grosser Sorgfalt. Zeigen dieselben z. B. einen Beschlag von Wasserdampf, so warte man lieber die Verdunstung des Wassers ab, als dass man dasselbe mit einem Lappen wegzuwischen sucht. Auch achte man darauf, dass die Präparate immer wagrecht liegen; denn bei schräger oder senkrechter Stellung des Objektträgers senkt sich das im Glycerin schwimmende Objekt mehr oder weniger; die Einschlussflüssigkeit übt in Folge dessen auf den untern Rand der Lackkammer einen grössern Druck aus, so dass sie schliesslich den Cementrahmen durchbricht und herausquillt. Dass ferner Glycerin-Präparate vor Stoss und ähnlichen Erschütterungen zu schützen sind, ist wohl selbstverständlich.

Sollte in Folge entstandener Risse etwas vom Glycerin ausgetreten und an dessen Stelle Luft eingedrungen sein, so muss das Objekt umgebettet werden. Dieses Umbetten vollzieht sich bei den Glycerin-Präparaten schneller und leichter als bei Harzpräparaten. Man schabt mit einem spitzen Messer den Lack weg, sucht das Deckgläschen mit einer Nadelspitze sorgfältig zu heben, nimmt das Objekt mit Nadel oder Pincette aus der Zelle heraus und legt es vorläufig in Glycerin ein, um es später neuerdings einzuschliessen.

Manchmal fehlt es dem Mikroskopiker an Zeit, für ein Glycerin-Präparat einen Lackverschluss anzufertigen, oder er ist vielleicht nur im Besitze eines einzelnen Objektes, um dessentwillen es sich kaum der Mühe lohnen würde, die ziemlich umständlichen Vorbereitungen zur Erstellung einer Lackzelle zu treffen, oder er verfügt über ein Präparat, das er nicht dauernd einschliessen, aber doch einige Zeit in Glycerin konserviren will. In allen diesen Fällen ist folgendes Verfahren am Platz: Man legt das Objekt in Glycerin ein und bedeckt dasselbe mit einem grössern Deckglas. Dieses Glycerin-Präparat (ohne Lackzelle) bewahrt man alsdann an einem vor Staub vollkommen geschützten Orte (etwa unter einer Glasglocke) Wochen oder Monate lang auf. Zeigt das Deckglas später gleichwohl Staub, so wischt man diesen sorgfältig ab oder ersetzt jenes durch ein anderes, sauberes Glas.

Aufbewahrung von Dauerpräparaten.

Sind die Lackrahmen der Dauerpräparate vollständig trocken, so reinigt man die Objektträger nochmals mit einem trockenen Lappen und klebt hernach zu beiden Seiten der viereckigen oder runden Zelle zwei Etiketten fest. Auf der einen notirt man sich in deutscher oder lateinischer Sprache den Namen resp. die Natur des

eingeschlossenen Objektes, auf der andern die Herkunft desselben, d. h. den Naturkörper, von dem fragliches Organ entnommen wurde, oder den Fundort des Gegenstandes. Ist auf der Etikette noch Raum vorhanden, so ist es gut, auch die Aufbewahrungsflüssigkeit

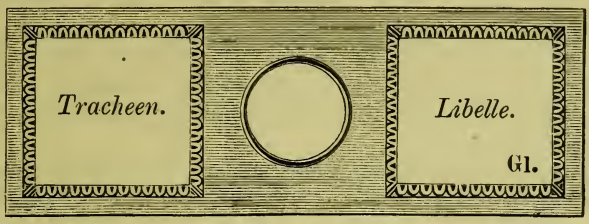


Fig. 13.
Fertiges Präparat.

vorzumerken, was sich durch ein paar Buchstaben bewerkstelligen lässt, indem man z. B. für Canadabalsam *CB.*, für Sandarac *S.* und für Glycerin *Gl.* hinschreibt.

Verfügt man einmal über eine grössere Anzahl gelungener Präparate, so muss es dem Mikroskopiker daran gelegen sein, dieselben auf zweckmässige Weise aufzubewahren, so dass sie gegen Zerbrechen, Staub etc. möglichst geschützt sind. Zum Konserviren solcher Präparatensammlungen bedient man sich verschiedener Mittel. Ganz gute Dienste leisten kleinere Kästchen von Holz oder Karton (ca. 16 cm lang, 9 cm breit und 3 cm hoch), welche auf zwei gegenüberliegenden Seiten gezähnelte Holz- oder Korkleisten tragen, in welche die Ränder der Präparate eingeschoben und dadurch festgehalten werden. Diese Kästchen oder Schachteln sind im Stande, ca. 24 Präparate aufzunehmen, und können dieselben durch einen Deckel gut verschlossen werden. Derartige Behälter eignen sich besonders zum Aufbewahren von Harzpräparaten, bei welchen die verticale Stellung der Objektträger keine Senkung des Objektes und daher kein Austreten des Einschlussmittels zur Folge hat. Für Glycerin-Präparate sind sie weniger passend, ausser man gebrauche dieselben in senkrechter

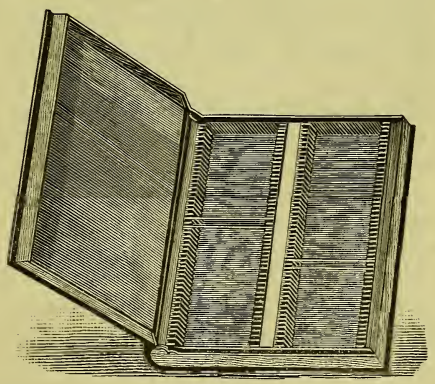


Fig. 14.
Präparatenkasten in Buchform.

Stellung, wodurch die Präparate selbst eine wagrechte Lage annehmen. Ein weiterer Nachtheil jener Kästchen (Schachteln) liegt darin, dass sie die Präparate oft schwer aus den Falzen herausnehmen lassen und dass es ziemlich viel Mühe gibt, ein zu suchendes Präparat aus einer grössern Anzahl herauszufinden, weil man den Inhalt der Etiketten nicht überblicken kann. Im Weitern ist diese Aufbewahrungsmethode an die Bedingung geknüpft, dass sämmtliche Objektträger von gleicher Grösse sein müssen. Dagegen wendet man solche Kästchen wiederum sehr passend zum Verschicken von Präparatensammlungen an.

Eine andere Vorrichtung zum Anlegen einer derartigen Sammlung ist folgende: Man verschafft sich ein dünnes, rechteckiges Brettchen von ungefähr 17 cm Länge, 12 cm Breite und 0,5 cm Dicke und umzieht dasselbe am Rande (auf allen 4 Seiten) mit schmalen Holzleistchen von ca. 0,5 cm Höhe, welche Leisten man auf dem Bodenbrettchen gut aufleimt. Auf diese Weise bekommt man eine Schublade, in welcher 8 mikroskopische Präparate (englisches Format) in horizontaler Stellung bequem placirt und wieder herausgenommen werden können. Den Boden und die Leisten dieser Schubladen kann man sich auch aus Karton anfertigen, indem man zwei dicke Pappendeckel auf einander leimt und sich die nöthigen Bestandtheile mit einem starken, spitzen Messer herausschneidet. Jene Einrichtung hat zugleich den Vortheil, dass man Objektträger von dem verschiedensten Format zugleich unterbringen und irgend ein Objekt schnell und leicht herausfinden kann. Derartige flache Schubladen eignen sich gleich vorzüglich zum Aufbewahren von Harz- und Glycerinpräparaten; dagegen sind sie zum Transportiren weniger tauglich. Legt man eine Reihe solcher Platten übereinander und schliesst dieselben in einen Holzkasten von entsprechender Grösse ein, so stellt das Ganze eine Art Kommode vor, aus der sich dann die einzelnen Schubladen leicht herausziehen und wieder hineinschieben lassen.

Um eine mikroskopische Präparaten-Sammlung möglichst lange unversehrt zu erhalten, muss man sie an einem trockenen Orte aufbewahren und sie von Zeit zu Zeit einer gewissenhaften Revision unterziehen. Allfälligen Staub beseitigt man mit einem weichen, trockenen Haarpinsel, Schmutzflecken durch Abreiben mit einem in Weingeist getauchten Lappen. Bemerkt man, dass die Lackringe feine Risse erhalten, so überzieht man dieselben mit einer neuen Kittlage, damit von der Conservirungsflüssigkeit so wenig wie möglich heraustreten kann.

III.

Die mikroskop. Untersuchung der Naturkörper.

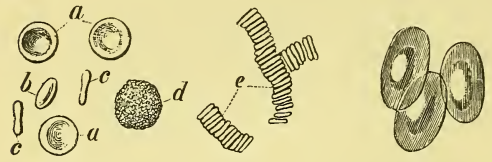
A. Thierreich.

1. Präparat: **Blutkörperchen.**

Man öffnet einem eben getödteten Frosche mittelst Durchschneiden eines Schenkels ein grösseres Blutgefäss (oder das Herz) und trägt einen Tropfen des ausströmenden Blutes auf den Objektträger, setzt etwas Essigsäure zu und bedeckt die rothe Flüssigkeit schnell mit einem Deckgläschen. Schon bei mässiger Vergrösserung entdeckt man unter dem Mikroskop kleine ovale Scheibchen, die in ihrer Mitte mit einem Kerne ausgestattet sind. Diese zellenähnlichen Gebilde nennt man Blutkörperchen oder Blutzellen. Betrachtet man dieselben bei starker Vergrösserung (4—500), so treten die ebenfalls ovalen Zellkerne der grossen, länglichrunden Blutzellen noch deutlicher zu Tage. Neben den schwach gelb gefärbten Blutkörperchen sieht man in kleinerer Anzahl auch noch vollkommen farblose, gleichfalls ovale Körperchen, welche eine Menge kleiner Körnchen einschliessen. Diese Zellen heissen farblose Blutzellen oder Lymphkörperchen.

Will man speziell die Blutzellen des menschlichen Blutes untersuchen, so hat man nur nöthig, durch einen Nadelstich aus der Fingerspitze einen Tropfen hervortreten zu lassen, welchen Tropfen man möglichst rasch auf den Objektträger bringt und ihn sofort mit dem Deckglas bedeckt. Letztere Manipulation ist deshalb nothwendig, weil jede längere Zeit andauernde Berührung des Blutes mit der Luft die rothen Blutkörperchen verändert. Durchmustern wir jetzt unser Präparat bei starker Vergrösserung (3—500), so entdecken

wir zahllose, relativ kleine, kreisrunde, schwach gelb gefärbte Blutzellen, die im Centrum etwas dunkler erscheinen, was davon herrührt, dass diese plattgedrückten Körperchen auf beiden Seiten eine kleine schüsselförmige Vertiefung aufweisen. Zellkerne sind hier keine vorhanden. Um die einzelnen Scheibchen genauer studiren zu können, muss man das Blut in eine möglichst dünne Schicht ausbreiten, welchen Zweck man ganz einfach dadurch erreicht, dass man mit der Nadelzpitze auf das Deckglas drückt. Jetzt sehen wir einzelne Blutzellen theils von der Fläche, theils vom Rande aus (d. h. auf der Kante stehend), während an anderer Stelle zahlreiche Zellen geldrollenartig aneinander hängen. Im gleichen Präparat finden sich auch vereinzelte Lymphkörperchen. Diese sind in weit geringerer Zahl vorhanden, als die farbigen Blutzellen (etwa 5 farblose auf 1000 rothe), sind etwas grösser und verrathen eine körnige Oberfläche und, derselben entsprechend, eine fein crenulirte Kontur. — Untersuchen wir unser Präparat nach Stunden oder Tagen, so präsentiren uns dann die Blutzellen ein ganz anderes Bild. Durch die Wasserentziehung sind sie eingeschrumpft und erscheinen jetzt meist zackig gerändert.



I II

Fig. 15.

Blutzellen: I. Vom Menschen, *a* von oben, *b* halb, *c* ganz von der Seite gesehen, *d* ein Lymphkörperchen, *e* geldrollenartig aneinander gelagert.
II. Vom Frosch.

Blutzellen lassen sich sehr gut als Trockenpräparate dauernd aufbewahren, indem wir sie auf einer Glasplatte schnell eintrocknen. Doch muss in diesem Falle zu möglichst raschem Eintrocknen gegriffen werden. Denn bei langsamem Verdunsten der Blutflüssigkeit schrumpfen die Blutkörperchen zusammen, und es entstehen dann höckerige, zackige und morgensternartige Gebilde. Das Verfahren ist etwa folgendes: Man lässt durch einen feinen Pinsel einen Tropfen frischen Blutes einsaugen und fährt mit demselben über die Mitte eines ziemlich stark erwärmten Objektträgers. So bleibt eine hinreichende Menge fein zertheilter Blutmasse auf dem Glase haften, welchen Rückstand man nöthigenfalls noch dadurch völlig eintrocknet, dass man den Objektträger über der Spitze einer Spiritusflamme hin- und herbewegt. Solche Dauerpräparate von Blutzellen lassen sich zwar Jahre lang ziemlich unverändert aufbehalten; aber sie gewähren nie das gleiche instruktive Bild, wie die frischen Präparate. Daher thut man wohl besser, wenn man die Blutkörperchen jedesmal frisch demonstrirt.

Anmerkung. Man untersuche auch die Blutzellen von Fischen, Vögeln, von verschiedenen Säugethier- und Amphibienarten, und man wird sich von den Grössen- und Formdifferenzen jener mikroskopischen Gebilde leicht überzeugen können.

Zur mikroskopischen Beobachtung empfehlen wir ferner eine mit dem Blute verwandte thierische Flüssigkeit, nämlich die Milch. In dieser erkennt man bei starker Vergrösserung leicht die zahllosen Milchkügelchen oder Fettkügelchen, helle, kugelförmige Bläschen, deren Rand dunkler erscheint als die Mitte und bei denen der Uebergang vom Schatten zum Licht ein ganz allmäliger ist.

2. Präparat: **Circulation des Blutes.**

Man nehme eine dünne Holzplatte, etwa einen 5 cm breiten Streifen vom Deckel eines Cigarrenkistchens und bohre in dieselbe eine kreisrunde Oeffnung von ca. 1—1,5 cm. Durchmesser. Sodann umwickle man einen lebenden Frosch mit einem befeuchteten Lappen oder stecke denselben in ein zuvor in Wasser getauchtes Leinwandsäckchen von entsprechender Grösse und binde ihn mittelst einer Schnur auf der Holzplatte fest. Jedoch ziehe man das Bindemittel nur ganz lose an, damit die Strömung des Blutes ungehindert vor sich gehen kann. Jetzt ergreift man einen Hinterfuss des Frosches, bringt die Schwimmhaut desselben über die Oeffnung der Platte und spannt sie durch Stecknadeln gehörig aus (aber ohne allzustarke Dehnung). Hält man alsdann die durchsichtige, von feinen Blutgefässen durchzogene Membran über das Loch des Objekttisches, so sieht man, wie die Blutkörperchen mit grosser Geschwindigkeit durch die Capillare dahineilen. Zu diesen Kreislaufs-Beobachtungen verwende man anfangs eine schwächere Vergrösserung (100), um einen grössern Theil des Adernetzes auf einmal überblicken zu können. Hernach gehe man zu stärkeren Systemen über und studire so die Strömung im einzelnen Haargefäss.

Statt des ausgewachsenen Frosches kann man zu diesem Experiment auch eine ganz junge Froschlarve (Kaulquappe oder Rosskopf) oder eine Tritonlarve verwenden. Die Blutcirculation zeigt sich hier sehr schön in der durchsichtigen Schwanzflosse, namentlich aber in den büschelartigen

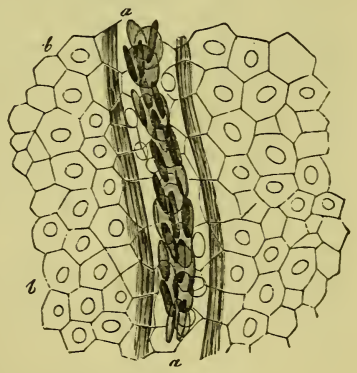


Fig. 16.

Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches. *a* Blutgefäss mit Blutzellen, *b* Epithelialzellen des Gewebes.

Kiemen, die sich zu beiden Seiten des Kopfes von der Froschlarve vorfinden.

3. Präparat: **Pflaster- oder Plattenepithelium.**

Das Wesen einer thierischen Zelle lässt sich sehr schön am Pflasterepithel zeigen. Um solch platte Epithelialzellen zu demonstriren, fahren wir mit der Skalpellklinge unter Ausübung etwelchen Druckes über unsere Zungenoberfläche und betrachten die abgeschabte schleimige Masse bei starker Vergrösserung (3—400) und schiefer

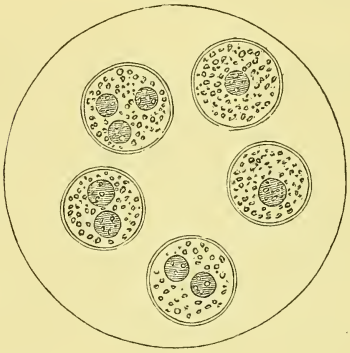


Fig. 17.
Speichelkörperchen.

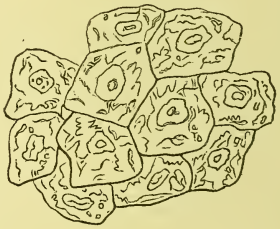


Fig. 18.
Plattenepithel.

Beleuchtung. Man wird dann neben zahlreichen Speichelkörperchen*) theils vereinzelten Epithelzellen, theils ganzen Fetzen zusammenhängender Zellen begegnen. Die einzelne Zelle erscheint gross, rundlich gestaltet, mit unregelmässigen Ein- und Ausbuchtungen und zeigt ungefähr im Centrum einen ovalen Kern und einen körnigen Inhalt. Durch Zusatz von verdünnter Essigsäure treten die Kerne viel deutlicher zu Tage. — Ein weiteres hübsches Epithelpräparat liefert uns die glatte Oberhaut des Frosches. Abstreifen mit der Messerklinge führt uns auch hier reichliche Ansichten der betreffenden Zellen vor. Meist treffen wir grössere Fetzen zusammenhängender Zellen von polygonaler Gestalt. Wir erkennen irreguläre Fünfecke und Sechsecke mit scharfen Konturen und deutlichen Zell-

*) Speichelkörperchen sind kleine, kugelförmige Gebilde, die in ihrem Innern neben einem, zwei oder sogar drei kreisrunden Kernen eine grosse Menge unendlich kleiner Körnchen aufweisen, die lebhaft hin- und hertanzen (Molecularbewegung). Es ist schon schwierig, einzelne jener Körnchen zu sehen, noch schwerer aber hält es, die Bewegung derselben zu verfolgen, welche aussieht wie das Gewimmel in einem Ameisenhaufen. Nur ganz gute Linsen von 4—500maliger Vergrösserung geben hievon ein deutliches Bild. Daher kann man solche Speichelkörperchen auch als Testobjekte verwenden.

kernen. — Sehr schöne Plattenepithelzellen bekommen wir auch von der Körperschleimhaut der Wassermolche (Tritonen). Bringen wir einige dieser Tritonen in ein mit frischem Wasser gefülltes Glas, so sehen wir schon nach wenigen Stunden eine Menge farbloser, häutiger Fetzen im Wasser herumschwimmen. Dies sind Bruchstücke des abgestossenen Epithels: Zellen von unregelmässig polygonaler Form mit grossem centralen Zellkern. Häufig ist die Einzelzelle so blass, dass auch bei intensiver Beschattung des Sehfeldes eine Färbung wünschbar wird. Zu diesem Zwecke legt man jene Fetzen für 1—2 Stunden in eine schwache Anilintinktur und spült sie nachher in klarem Wasser aus. Auch die Silberimprägnation ist eine vortreffliche Methode zur Erkennung der Zellenumrisse blasser Epithelien. Man bedient sich hiezu einer sehr schwachen ($^1/_2$—$^1/_4$-prozentigen) Lösung von Höllenstein in Wasser. In einen Tropfen dieser Lösung bringt man den Epithelfetzen (während 20—40 Sekunden), bis eine weissliche Färbung des Gewebestückes zu erkennen ist; darauf spült man es in Wasser ab und setzt das Objekt dem Lichte aus, bis ein bräunliches Kolorit zum Vorschein kommt. Endlich untersucht man in etwas angesäuertem Wasser oder Glycerin und sieht ein reizendes, dunkelgerandetes Mosaikbild vor sich (die Kittsubstanz fällt das Silber aus).

Fig. 19.
Plattenepithel nach Silberimprägnation.

4. Präparat: **Flimmerepithelium.**

Sehr häufig besitzen thierische Zellen auf ihrer Oberfläche feine haarförmige Fortsätze, die sog. Wimpern oder Cilien, welche während des ganzen Lebens der Zelle pendel- oder peitschenartig hin- und herschwingen. Solche Zellen heissen Flimmer- oder Wimperzellen, die Bewegung Flimmer- oder Wimper-Bewegung. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Flimmerbewegungen der höher organisirten Wirbelthiere (Säugethiere und Vögel) nur von ganz minimer Dauer sind und sich deshalb zur mikroskopischen Beobachtung nicht besonders eignen. Weit lohnendere Objekte liefern die Gaumenschleimhäute von lebenden oder eben getödteten Amphibien (z. B. von Fröschen und Molchen), ferner die Darmschleimhaut des Frosches und die Kiemenschleimhaut von Süsswassermuscheln. Bei diesen Objekten treffen wir Cilien an, die bedeutend grösser sind, als die der Säugethiere und Vögel, welcher Umstand mit sich bringt, dass man die Schwingungen der einzelnen Härchen deutlicher beobachten kann. Zudem dauert hier die ganze

Erscheinung verhältnissmässig lange und lässt sich so eher mit der wünschbaren Ruhe studiren.

Um das höchst interessante Wimperspiel unter dem Mikroskop mit Musse beobachten zu können, verschaffen wir uns einen lebenden Frosch und kratzen mit der Skalpellklinge einzelne Epithelfetzen von der Gaumenschleimhaut ab. Hiebei dürfen wir ziemlich stark auf das Messer drücken, damit sich zu den Flimmerzellen etwas Blutflüssigkeit gesellt. Das Ganze bringen wir (wenn möglich in eine Falte gelegt) in eine Lackkammer und durchmustern das Präparat bei stärkerer Vergrösserung und schräger Beleuchtung. Das etwas dunkle mikroskopische Bild macht auf uns den Eindruck eines wogenden Kornfeldes, dessen Aehren vom Winde rasch hin- und hergeweht werden. Dabei geht aber das peitschenartige Schwingen der zarten Härchen so schnell vor sich, dass wir weder die Bewegungen zählen, noch die einzelnen Cilien deutlich unterscheiden können. Hie und da bemerken wir auch vereinzelte Zellen, die sich mit grosser Geschwindigkeit im Kreise herumdrehen, während an andern Stellen die Blutkörperchen in einer und derselben Richtung rasch vorüberziehen, welche Strömung durch die nach einer Seite hin dominirende Schwingung der Flimmerhärchen zu Stande kommt, wobei sie die umgebende Flüssigkeit ruderartig schlagen und ebenfalls in Bewegung versetzen. Verfolgen wir das interessante Phänomen der Flimmerbewegung längere Zeit mit gespannter Aufmerksamkeit, so können wir folgende Wahrnehmung machen: Die Blutzellen treiben immer langsamer vorüber; die Bewegung der Wimpern nimmt von Augenblick zu Augenblick an Energie ab, bis nach Verfluss von 2—3 Stunden ein völliger Stillstand in dem Wimperspiel eintritt. Zum nähern Studium der Flimmerbewegung eignet sich noch ganz besonders die Kiemenschleimhaut der Süsswassermuscheln (z. B. von Teichmuschel oder *Anodonta Lam.*). Hier tritt die ganze Erscheinung weit schöner und deutlicher zu Tage, als bei der Gaumenschleimhaut vom Frosch und zwar einfach aus dem Grunde, weil bei der Teichmuschel (an Stelle derselben kann natürlich auch die Flussmuschel oder *Unio L.* Verwendung finden) die Cilien eine aussergewöhnliche Länge besitzen (bei 150facher Vergrösserung erscheinen sie 3—6 mm lang). Wenn diese Wimpern stellenweise zur Ruhe gekommen oder nur noch langsame, hakenförmige Bewegungen ausführen, so ist ihre Grösse und Gestalt

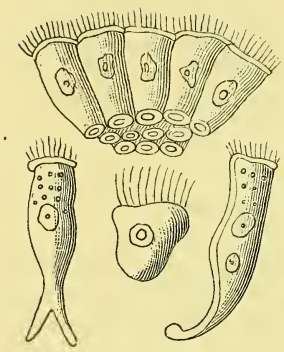


Fig. 20.
Flimmerzellen.

sehr deutlich erkennbar. Hat man die Schleimhaut einer lebenden Muschel entnommen, so ist die Wimperbewegung noch nach 4—5 Stunden zu beobachten. (Flimmerzellen mit Schonung der Wimpern dauernd zu präpariren, ist bis zur Stunde noch nicht gelungen.)

5. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung von Knorpel- und Bindegewebe.**

a) **Knorpelgewebe.** Die mikroskopische Untersuchung von Knorpelgewebe gestaltet sich äusserst einfach, indem sich durch dasselbe ohne weitere Präparation sehr schöne Schnitte legen lassen. Der Knorpel besitzt, wie früher schon erwähnt, den zum Schneiden geeignetsten Härtegrad. Färben wir derartige Knorpelschnitte mit Carmin und beobachten sie bei 2—300maliger Vergrösserung (unter Zusatz von stark verdünntem Glycerin), so bemerken wir in einer sehr entwickelten Zwischensubstanz (Intercellularsubstanz) bald einzelne, bald zahlreiche, eng zusammengedrängte, meist rundliche Zellen, die sog. Knorpelzellen, welche einen oder mehrere stark geröthete Zellkerne einschliessen. Zuweilen sind die Knorpelzellen (bei Verkalkung des Knorpels) von einer Kapsel umgeben, welche Knorpelkapsel heisst (siehe Figur rechts). Es gibt Knorpelkapseln, die in ihrem Innern 2, 3 und mehr Zellen beherbergen.

Fig. 21.
Hyaliner Knorpel (mit homogener Zwischensubstanz).

Zur Aufbewahrung von tingirten Knorpelpräparaten kann man verdünntes Glycerin oder Sandarac verwenden. Doch ist der Einschluss in Glycerin vorzuziehen. Als Schnittobjekte für Knorpelpräparate sind zu empfehlen: Knorpel von einem jungen Säugethier, z. B. vom Kalb, Ohrknorpel eines jungen Kaninchens, Ohrknorpel der Maus u. s. f. Das zuletzt genannte Objekt liefert ein besonders schönes Bild.

b) **Bindegewebe.** Das gewöhnliche Bindegewebe, in ausgedehntester Weise durch den Menschen- und Thierleib verbreitet, besteht aus einer faserigen, in Bündel und Fibrillen zerfallenden Substanz, in der man länglichen oder sternförmigen Zellen, den sog. Bindegewebe-Körperchen, begegnet. Alles liegt eingebettet in einer sehr wechselnden Menge homogener Grundmasse.

Um Bindegewebsfibrillen zu demonstriren, lege man ein frisches Stückchen Sehne in gesättigtes Kalkwasser und lasse es 4—6 Tage darin (das Gefäss soll aber wohl verschlossen sein). Man wasche sodann das Objekt in Wasser aus und zerzupfe es auf dem Objektträger. Die Fibrillen legen sich nunmehr, da ihre Kittsubstanz

durch die Einwirkung des Kalkes gelöst wurde, leicht auseinander. Zunächst erkennen wir in obigem Präparat stärkere Stränge oder Bündel. Diese zeigen uns eine ihrer Längsaxe parallel gehende Streifung und können, der letztern entsprechend, in feinere Stränge und endlich durch fortgesetztes Zerfasern in äusserst dünne, mehr oder weniger wellig verlaufende Fäserchen oder Fädchen, die sogenannten Primitivfibrillen, zerlegt werden.

Fig. 22.

Bindegewebebündel (links einige isolirte Fibrillen) in reichlicher homogener Zwischensubstanz.

Die Bindegewebskörperchen treten deutlich hervor, wenn man ein Stückchen Bindegewebe mit Essigsäure aufquellen macht. Gewebe von jüngeren Thieren oder von Embryonen zeigen weit mehr solcher Körperchen, als solche von ältern Thieren. Sehr schöne Bilder geben die feinen Sehnen aus dem Schwanze von Ratten u. Mäusen. (Tinktion mit Anilin und bleibender Einschluss in Glycerin.) — Sehr instruktiv ist auch folgendes Präparat: Man untersucht beim Frosch die wasserhellen, dünnen Plättchen zwischen den Schenkelmuskeln und erkennt in der glashellen Grundsubstanz stärkere und schwächere Bindegewebsbündel, einzelne Fibrillen, sowie ein sehr feines elastisches Fasernetz. Unser Auge wird aber hauptsächlich durch die membranlosen, flachen Zellen, bestehend aus einem Kerne und feinkörnigem Protoplasma, gefesselt. Und zwar bemerken wir mehrere Varietäten solcher Zellen; wir sehen länglich runde, strahlig ausgestreckte und kontrahirte, sternförmige Bindegewebskörperchen. (Aus Bindegewebe besteht auch die harte, faserige Haut, welche die Kalkschale der Vogeleier inwendig auskleidet. Entfernung des die Zwischenräume der Fasern ausfüllenden Kalkes durch Essigsäure ist hier nothwendig.)

6. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung von Knochengewebe.**

Das bei Knochenschliffen einzuschlagende Präparationsverfahren ist in Kürze folgendes: Mittelst einer feinen Handsäge sägt man sich aus dem Rohrknochen irgend eines Säugethieres (in der Quer- und Längsrichtung) dünne Plättchen heraus und schleift dieselben auf

einem kleinen, drehbaren Schleifstein oder auf einer nicht allzugrob gehauenen Feile beiderseitig ab, indem man das Objekt mit der Spitze des Zeigefingers fest gegen den Schleifstein oder die Feile drückt. Hat das Knochenplättchen ungefähr die Dicke von Schreibpapier erreicht, so bringt man dasselbe auf einen feinkörnigen, flachen Handschleifstein (Abziehstein), wie man solchen zum Abziehen von Rasirmessern gebraucht, und schleift hier das Objekt auf beiden Flächen noch weiter ab, bis es vollkommen transparent geworden. Jetzt reinigt man den Knochenschliff mit einem Pinsel oder einer feinen Zahnbürste in Wasser und lässt ihn hernach völlig austrocknen. In diesem Zustande gewährt ein hinreichend dünner Schliff ganz ordentliche Bilder und kann so als Trockenpräparat eingeschlossen werden. In der Regel zieht man es aber auch hier vor, das dünne Plättchen durch ein lichtbrechendes Medium etwas aufzuhellen. Als Einschlussflüssigkeiten kann man sowohl Harz, als auch Glycerin in Anwendung bringen. Der Glycerin-Einschluss verdient jedoch in diesem Falle weit den Vorzug und zwar aus folgendem Grunde: Legen wir den entwässerten Knochenschliff direkt in Sandarac oder Canadabalsam ein, so füllen sich die Knochenkörperchen und deren Ausläufer allmälig mit dem flüssigen Harz; die eingeschlossene Luft wird dadurch verdrängt, und die schwarzen Hohlräume treten nicht mehr deutlich zu Tage. Um das Eindringen des Harzes in die lufterfüllten Kanäle zu verhindern, überzieht man das Knochenplättchen mit einer warmen, vorher filtrirten Lösung von Gelatine, oder mit einer dünnen Gummischicht, lässt diesen Anstrich trocknen und schliesst erst dann das Objekt in Harz ein (Tinktion mit Carmin sehr passend). — Ein auf diesem Wege gewonnenes Präparat, z. B. ein Querschliff, prä-

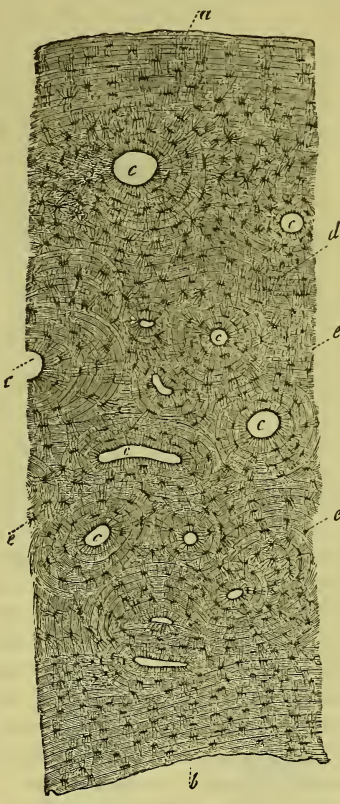


Fig. 23.

Stück eines Mittelhandknochens im Querschliff: *a* äussere, *b* innere Oberfläche, *c* Querschnitte der Havers'schen Kanäle u. ihrer Lamellensysteme, *d* Lamellen, *e* lufthaltige Knochenkörperchen und Kalkkanälchen.

sentirt ein äusserst niedliches Bild: In einer umfangreichen homogenen Grund- oder Intercellularsubstanz sind zahllose, länglichrunde Hohlräume, die sog. Knochenhöhlen oder Knochenkörperchen, eingebettet, von denen sehr feine, strahlig verästelte, hohle Ausläufer ausgehen, welche Knochen- oder Kalkkanälchen heissen.

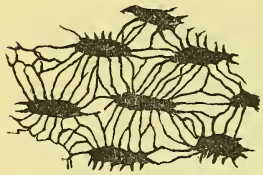


Fig. 24.
Knochenkörperchen mit Kalkkanälchen (stark vergrössert).

Die Knochenkanälchen der verschiedenen Hohlräume stehen gegenseitig mit einander in Verbindung und laufen in einander über (starke Vergrösserung). Sämmtliche Knochenkörperchen und die von ihnen auslaufenden Kanäle sind in getrockneten Knochen mit Luft erfüllt, weshalb dieselben unter dem Mikroskop bei durchfallendem Licht vollkommen schwarz, bei auffallendem silberweiss erscheinen. Ausser den zahlreichen, concentrisch angeordneten schwarzen Knochenkörperchen bemerken wir in obigem Querschliff noch grössere, kreisrunde oder ovale Oeffnungen; dies sind die Querschnitte der sog. Havers'schen Kanäle, Gefässkanälchen oder Markkanälchen, welche die kompakte Grundsubstanz der Knochen der Länge nach durchziehen und sich durch kommunizirende Zweige zu einem weitmaschigen Netz vereinigen. In ihnen verliefen einmal die ernährenden Blutgefässe. — Im Längsschnitt (siehe Fig. 26) bemerkt man die Knochenkörperchen (*b*) und ihre feinen Ausläufer mit noch grösserer Schärfe, namentlich aber die sich verzweigenden Havers'schen Längskanäle (*a*). Will man letztere speziell demonstriren, so ist eine vorherige Entkalkung des Knochenpräparates am Platz. Zu dem Ende legt man den Längsschnitt 4—5 Tage lang in verdünnte Salzsäure. Nach dieser Zeit ist der Knochen biegsam und lässt sich wie Knorpel mit dem Rasirmesser schneiden. Schliesst man jetzt den in Wasser ausgewaschenen Schnitt in verdünntes Glycerin ein, so sieht man schon bei mässiger Vergrösserung die Havers'schen Kanäle sehr schön und zwar in Form dunkler, mehr oder weniger parallel laufender, sich stellenweise schwach verzweigender Röhrchen.

Bei den Röhrenknochen des Menschen und der Säugethiere pflegt jeder Havers'sche Kanal von 10—12 concentrischen Knochenlamellen (Speziallamellen) umgeben zu sein, in welchen die ebenfalls concentrische Ringe bildenden Knochenkörperchen eingebettet liegen (siehe obigen Querschliff). Bei andern Knochenobjekten stehen letztere ganz regellos zerstreut oder in parallele Linien geordnet etc. Ueberhaupt erscheinen diese schwarzen Gebilde in gar mannigfacher Weise gruppirt. Noch mehr Abwechslung als die Stellung bieten Gestalt und Grösse der Knochenhöhlen. (Wohl am grössten zeigen sie sich bei den Reptilien.) Wer über geeignetes Material ver-

fügt, sollte wahrlich nicht unterlassen, Knochenschliffe von den verschiedensten Thierspecien zu erstellen. Alle diese Objekte bieten meist sehr reizende mikroskopische Bilder. (Zahnpräparate werden ähnlich wie Knochenschliffe behandelt).

7. Präparat: **Quergestreifte Muskulatur.**

Bekanntlich ist jeder Muskel zunächst aus gröbern Fasern, den sog. Muskelbündeln, zusammengesetzt, die ihrerseits wieder aus unzähligen parallel neben einander liegenden, haardünnen Elementen bestehen, welche Muskelfäden, Muskelfasern oder Primitivbündel heissen. Letztere sind von einer wasserhellen, elastischen Hülle, der Primitivscheide, umschlossen und lassen sich abermals in unendlich feine Fäserchen zertheilen, die den Namen Primitivfasern oder Primitivfibrillen führen. Die Muskelfasern der willkürlichen Muskeln zeigen schon bei mittlerer Vergrösserung eine feine Querstreifung, während sie bei den unwillkürlichen Muskeln ein vollkommen glattes Aussehen haben.

Will man das quergestreifte Muskelgewebe in möglichst unveränderter Gestalt zur Anschauung bringen, so empfiehlt sich hiezu besonders der Frosch. Man schneide von einem getödteten Frosch ein ganz kleines Stückchen des bekannten Brusthautmuskels heraus, bringe es in einem Tropfen Wasser oder Blutserum auf den Objektträger und zerzupfe es hier möglichst sorgfältig. Alsdann wird man bei Anwendung der schrägen Beleuchtung die Querstreifung schon bei mässiger Vergrösserung leicht erkennen. Bedient man sich eines ganz starken Systems, so sieht man unter Umständen auch eine feine Längsstreifung in Form von feinen, ununterbrochenen Linien. Setzt man dem Präparat etwas stark verdünnte Essigsäure zu, so kommen zuweilen auch in der Masse der Muskelfasern kleine, ovale Kerngebilde, die sog. Muskelkerne, zum Vorschein.

Bei derartigen Untersuchungen ist es immer eine Hauptsache, wenn

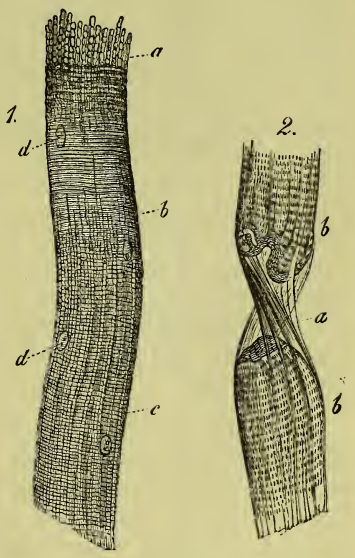


Fig. 25.

1. Quergestreifter Muskelfaden. *a* Primitivfibrillen, *b* u. *c* Quer- und Längslinien, *d* Muskelkerne.
2. Ein Muskelfaden, dessen Fleischmasse *b* durchrissen ist und bei *a* die leere Primitivscheide zeigt.

das Zerfasern des Muskelgewebes äusserst gewissenhaft vorgenommen wird. Höre man mit dieser, etwas langweiligen Manipulation ja nicht zu frühe auf. Auch greife man stets zur schrägen Beleuchtung, eventuell auch zur Blendung; denn viele reizende Muskelzeichnungen lassen sich ohne gedämpftes, schiefes Licht gar nicht erkennen.

Will man Muskelpräparate bleibend aufbewahren, so tingire man dieselben schwach mit Carmin und schliesse sie hernach in Glycerin ein. Sandarac leistet in diesem Falle keine guten Dienste; denn nach kurzer Zeit sind die Querstreifungen kaum oder gar nicht mehr sichtbar.

Sehr zierliche und instruktive Bilder bietet die Muskulatur von Krebsen (Flusskrebs, Bachflohkrebs oder *Gammarus pulex Fabr.*) und Insekten (Stubenfliege, Biene, Schwimmkäfer oder *Dyticus L.* u. s. f.). Bei den Brustmuskeln des grünen Heupferdes *(Locusta viridissima L.)* tritt die Querzeichnung auf den einzelnen Muskelfasern schon bei 50—75facher Vergrösserung ziemlich deutlich hervor. Geht man zu einer 150—200fachen Vergrösserung über, so wird auch die feine Längsstreifung sichtbar, und bei Anwendung von noch stärkern Systemen (3—500) und schräger Beleuchtung bemerkt man eine Unzahl von kleinen, in regelmässigen Querreihen liegenden Rechtecken. Wie erklärt sich diese Zeichnung? Den Muskelfaden muss man sich aus zahlreichen, über einander geschichteten Scheiben oder Platten zusammengesetzt denken. Jedes Scheibchen besteht dann wieder aus sehr vielen kurzen Cylindern oder Prismen, den sog. Fleischtheilchen oder Fleischmolecülen *(Sarcous elements)* (siehe Fig. 25 *a* und Fig. 27 *b*), die in dem mikroskopischen Bilde als verschwindend kleine Rechtecklein zu Tage treten. In den Muskelfäden des Menschen und der Säugethiere sind die Fleischmolecüle von ausserordentlicher Kleinheit, so dass es einer ganz enormen Vergrösserung bedarf, bis sie einigermassen deutlich zum Vorschein gelangen. Weit grösser sind diese Elemente bei Fischen, Krebsen und Insekten, überhaupt in den farblosen Muskeln der niedern Thiere.

Um den Aufbau des Muskelgewebes näher zu studiren, legt man durch dasselbe Quer- und Längsschnitte. Da aber die Muskelsubstanz zur Schnittführung zu weich ist, so ist ein vorheriges Härten in absolutem Alkohol durchaus nothwendig. Man nimmt z. B. den Schenkelmuskel eines Frosches und lässt denselben so lange in Alkohol liegen, bis er die zum Schneiden geeignete Härte erlangt hat. Hierauf fertigt man sich mit dem Rasirmesser dünne Quer- und Längsschnitte und bettet dieselben, mit Carmin tingirt, in Harz ein. — Noch bessere Resultate als die Härtung in absolutem Alkohol liefert die sogenannte Gefrierungs-

methode.*) Man lässt den Muskel bei einer Kälte von 6, 8, 10 bis 15° C. gefrieren bis zu einer Konsistenz, welche das Ausführen zarter Schnitte gestattet. Zweckmässig behufs der Handhabung ist es, auf einem Korkplättchen oder einem Stück Karton die Objekte anfrieren zu lassen, und sich einer künstlichen Kältemischung (Auflösung von Chlorkalium oder salpetersaurem Ammoniak in Wasser — Mischung von Kochsalz mit Schnee oder zerstossenem Eis) zu bedienen. — Auf einem derartigen gefrorenen Querschnitt (durch Froschmuskel) erkennt man mit Hülfe stärkster Vergrösserungen Gruppen der *Sarcous elements* als eine hübsche Mosaik kleiner, matter Feldchen von verschiedener Gestalt und, jene Gruppen eingrenzend, ein Gitterwerk durchsichtiger glänzender Linien (siehe Fig. 27, *c*).

Bei mässiger Vergrösserung zeigt der in Alkohol erhärtete Querschnitt die durchschnittenen Muskelbündel als rundliche oder eckige Felder, zwischen denen (falls man zu Injectionen gegriffen) die durchschnittenen Gefässe als dunkelrothe Punkte erscheinen. Im Längsschnitt erblickt man die parallele Anordnung der Muskelbündel und zwischen denselben die feinen Blutgefässe als zarte carminrothe Linien.

Uebrigens lassen sich diese Blutgefässe auch ohne Injectionen zur Anschauung bringen. Ganz dünne, platte Muskeln eines in Alkohol ertränkten oder auch durch Chloroform ertödteten Frosches ohne Wasserzusatz auf den Objektträger gelegt, zeigen das mit Blut erfüllte Capillarsystem in schönster Weise, und bei einiger Kontraktion der Muskelfäden wird man die zierlichen Schlängelungen der Haargefässe leicht erkennen.

8. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung der Nerven.**

Um die Formelemente des Nervengewebes zu studiren, fertigt man sich Quer- und Längsschnitte durch das Rückenmark eines kleinern Säugethiers (z. B. von einem Kalb). Da aber die weiche Nervensubstanz zur Führung von Schnitten gar nicht geeignet ist, so muss hier ein vorheriges Härten in Alkohol oder besser in stark verdünnter Chromsäure Platz greifen. Zu dem Ende legt man ein kleines Stück des Rückenmarks, das man zuvor von den einschliessenden Häuten befreit hat, in eine ganz schwache Chromsäurelösung (von 0,5 bis 1%). Nach Verfluss einiger Wochen hat das Objekt eine schnittfähige Konsistenz erlangt. Den Grad der Schnittfähigkeit prüft man dadurch, dass man von Zeit zu Zeit Probeschnitte versucht. Bröckelt hiebei das Gewebe, so ist schon Ueber-

*) Der Gefrierungsmethode bedient man sich auch bei der Schnittführung durch Nervensubstanz.

härtung eingetreten und das ganze Verfahren verunglückt. Kann man nur dickere Schnitte erzielen, so ist die Festigkeit der Nervenmasse noch zu gering, und ist daher in diesem Falle ein weiteres Einlegen erforderlich. Wenn sich dagegen das Rückenmark mit der befeuchteten Klinge leicht und ohne zu bröckeln in ganz dünne Lagen theilen lässt, so kann man annehmen, der richtige Härtegrad sei getroffen. Damit die Zellen und Axencylinder schärfer hervortreten, ist es vortheilhaft, wenn man die Schnitte, nachdem man sie vorher in Alkohol ausgewaschen, mit Carminlösung tingirt. Je nach der Concentration der Tinktur bleiben sie 3, 6 bis 12 Std. hier liegen. Dann kommt das Objekt zum Auswaschen zunächst in reines Wasser oder in wässerigen Alkohol, dem man einige Tropfen Essigsäure zugesetzt. Durch diese Prozedur verschwindet die übermässig starke Röthe, und der Farbstoff ist dann hauptsächlich an die Zellengebilde und Axencylinder gebunden (bleibender Einschluss in Harz). Beim Längsschnitt mag es zweckmässig sein, durch sorgfältiges Zerzupfen die einzelnen Nervenfasern von einander zu trennen.

Fig. 26.

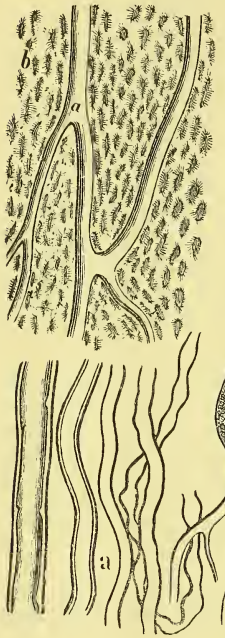


Fig. 27.

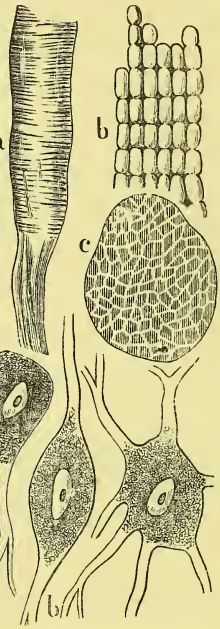


Fig. 28.

Fig. 26. Knochen im Längsschliff. *a* Havers'scher Kanal, *b* Knochenkörperchen mit Kalkkanälchen.
Fig. 27. *a* Quergestreifter Muskelfaden, *b* Fleischtheilchen im Längsschnitt, *c* Fleischtheilchen im Querschnitt.
Fig. 28. *a* Nervenfasern, *b* Ganglienzellen.

Untersuchen wir jetzt den Querschnitt durch das Rückenmark bei mittlerer Vergrösserung, so kann man ganz leicht die äussere Masse (weisse Substanz) von der innern (grauen Substanz) unterscheiden. Letztere besitzt die Gestalt eines **H** und schliesst zahlreiche Ganglienzellen ein. Die äussere oder weisse Substanz zeigt die Nervenfasern (Nervenröhren) im Querschnitt. Die dünnen Primitivscheiden erscheinen als zarte Kreise, die in

ihrem Centrum einen stark roth gefärbten Punkt, den Axencylinder, erkennen lassen. — Im Längsschnitt beobachtet man die parallel angeordneten Nervenfasern, sowie die mit Fortsätzen und Kernen versehenen Nervenzellen.*)

9. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung der thierischen Haargebilde.**

Bekanntlich zeigen die meisten Haare drei verschiedene Schichten: Das Oberhäutchen, die Rinden- oder Fasersubstanz und die Marksubstanz. Um uns vom innern Bau der eigentlichen Haare eine richtige Vorstellung zu verschaffen, nehmen wir ein helles, feines Kopfhaar eines Menschen, benetzen dasselbe mit Glycerin und betrachten es bei starker Vergrösserung. Auf der Oberfläche d. Haarcylinders sieht man zunächst eine Art Netzwerk in Form unregelmässig querlaufender Linien. Dies sind die Konturen der Oberhautzellen. Im Innern des Haares kommen die Haarfasern der Rindensubstanz zum Vorschein und die in Reihen stehenden Pigmentkörnchen.

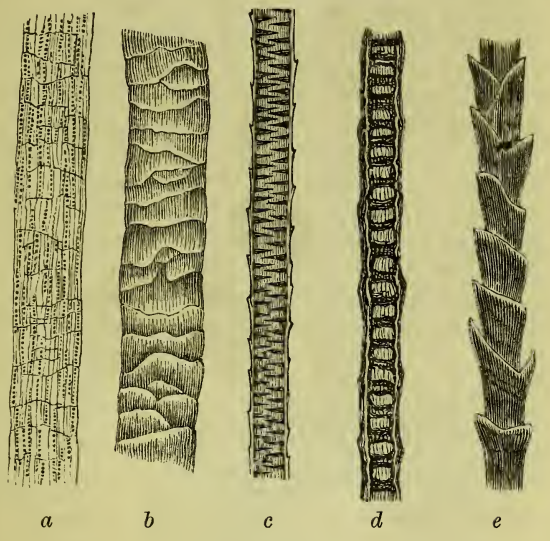


Fig. 29.

Haare *a* vom Menschen, *b* Schafwolle, *c* vom Eichhörnchen, *d* von der Maus, *e* von der Fledermaus.

Dagegen ist der Markkanal bei solchen feinen Haaren selten sichtbar. (Bei groben Barthaaren ist die Marksubstanz reichlich vorhanden und durchzieht das Haar bis fast zur Spitze als zusammenhängender, ziemlich breiter, dunkler Streifen).

*) Für das mikroskopische Studium von Lunge, Leber, Magen und Haut sind gelungene Injectionen durchaus unentbehrlich. Da wir aber (aus früher bezeichneten Gründen) auf dieses Präparationsverfahren verzichten müssen, so nehmen wir von einer mikroskopischen Untersuchung jener Organe in diesen Blättern gänzlich Umgang, und möchten dem Anfänger nur empfehlen, sich das nothwendige Material käuflich zu erwerben. Tadellose Injektionspräparate aller Art (ausgeführt von Prof. Dr. H. Frey in Zürich) sind durch Opticus Th. Ernst in Zürich zu beziehen.

Zur Isolirung der Hornplättchen der Rindensubstanz behandelt man das Präparat mit concentrirter Schwefelsäure (grosses Deckglas ist dann nothwendig). Schon nach wenigen Minuten sieht man, dass die Zellen des Oberhäutchens sich aufrichten (wie die Haare einer Bürste), bis sie nach längerer Einwirkung der Säure ganz abfallen. Später trennen sich auch die spindelförmigen Hornplättchen der Rindenschicht, bis schliesslich nur noch die Marksubstanz unverändert übrig bleibt. — Schöner als beim menschlichen Haar erscheinen die Schüppchen des Oberhäutchens bei der Schafwolle. Eine Markhöhle ist hier nicht vorhanden. — Um die luftführenden Zellen des Haarmarkes zur Anschauung zu bringen, untersuche man die Haare der Nagethiere (Eichhörnchen, Kaninchen, Maus u. s. f.) und der insektenfressenden Raubthiere (Igel und Maulwurf). Bei den meisten dieser Thierhaare bildet das Mark keine gleichmässige, zusammenhängende Röhre, sondern es ist in einzelne, von einander getrennte, gleich grosse Partien abgelagert, wodurch sehr zierliche Zeichnungen entstehen, die uns einigermassen an die Treppengefässe im Pflanzenreich erinnern. — Ein ganz eigenthümliches Bild gewähren die Haare der Fledermaus. Die dachziegelartig sich deckenden Schüppchen des Oberhäutchens liegen in einer Spirallinie um den Haarschaft herum und springen wie die Grannen einer Aehre weit nach aussen vor.

Will man sich Querschnitte durch einen Haarschaft erstellen, so wählt man hiezu am passendsten ganz dicke Haare, etwa die Borsten eines Schweines, und schlägt hiebei das schon früher beschriebene Schnittverfahren ein (siehe pag. 42). — Sehr hübsche und instruktive Objekte liefern die Querschnitte durch Vogelfedern und Stacheln (Igel, Stachelschwein etc.). Hiezu gebrauche man ein scharfes Messer mit starker Klinge. Bei Querschnitten durch thierische Stacheln überzeugt man sich, wie Mark und Rinde auf eigenthümliche Weise abwechseln, so dass der Schnitt stern- oder strahlenförmig erscheint. Die centrale Marksubstanz (mit deutlichem Zellenbau) macht in die gefärbte Rindenschicht mehr oder weniger radiale, fingerförmige Einschnitte von verschiedener Länge

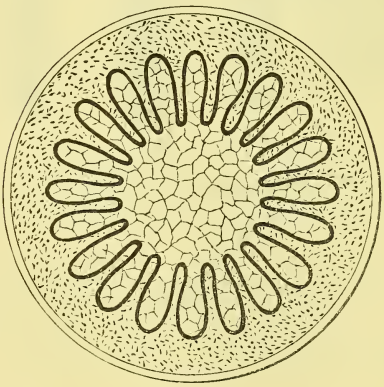


Fig. 30.
Stachel von Igel (Querschnitt).

und Breite. Zu äusserst liegt das zarte Oberhäutchen. — Beim Querschnitt durch den Schaft einer Hühnerfeder erblicken wir an der Peripherie das dünne Oberhäutchen; dann folgt die durch Pigment schwach gefärbte, verschieden breite Rindenschicht, und zu innerst liegt die sehr umfangreiche Marksubstanz, deren Gewebe uns lebhaft an die Gestalt von Hollundermarkzellen erinnert. Es besteht aus polyedrischen, mit Luft erfüllten Zellen, die im Querschnitt als ziemlich reguläre Fünf- und Sechsecke zum Vorschein kommen. — Man untersuche auch die Kontur- und Flaumfedern von Vögeln. Betrachten wir z. B. die Fahne von der Konturfeder eines Huhnes unter dem Mikroskop, so sehen wir, dass die sog. Hornplättchen mit „Häkchen“ versehen sind, welche in die Hornplättchen des Nachbarstrahls eingreifen, so dass die Fahne ein zusammenhängendes Ganzes vorstellt. (Nothwendige Bedingung zum Flugvermögen!) Bei den Flaumfedern sind keine Häkchen oder Wimpern vorhanden und daher kommt hier keine eigentliche Fahne zu Stande. Sehr hübsche mikroskopische Objekte liefern z. B. die Flaum- und Konturfedern von Pfau, Elster, Kolibri, Papagei etc., die, ähnlich wie die übrigen Haarpräparate, in Harz conservirt werden. — Eigentliche Haare lassen sich auch ganz gut als Trockenpräparate aufbewahren. Hiebei hüte man sich aber, zu viel Haare auf die Glasplatte zu transportiren, da sie sonst wegen Mangel an durchfallendem Licht kein helles Bild geben. Ueberhaupt sei der Anfänger bestrebt, die üble Gewohnheit, ein zu grosses Quantum des betr. Objektes zu verwenden, nach und nach abzulegen. In dieser Beziehung wird so viel gefehlt.

Anmerkung. Der Anfänger untersuche auch verschiedene Insektenhaare. Diese überraschen durch die grosse Mannigfaltigkeit ihrer Formen. Mehrere Raupen (z. B. die Prozessionsraupe) aus der Familie der Spinner (die sog. „Bären“) besitzen gelbe Brennhaare, d. h. Haare mit kleinen Widerhaken. Bei einigen Raupen treffen wir ganz schwarze, starke Haare, die sich am Ende pinselartig verästeln, sog. Pinselhaare, u. s. f.

10. Präparat: **Facettenauge.**

Die Insekten besitzen zusammengesetzte, facettirte oder Netzaugen. Die Aussenfläche dieser Facettenaugen wird von einer durchsichtigen, stark convexen Chitinhaut gebildet, welche aus einer grossen Anzahl regelmässiger, scharf umgrenzter vier-, fünf- oder sechseckiger Felder (Facetten) zusammengesetzt erscheint. Diese mosaikartig gezeichnete, feste Haut repräsentirt die gemeinsame Hornhaut. Die gewölbten Facetten sind nichts anderes als die Grundflächen von 4-, 5- oder 6seitigen, hohlen, sphärischen Pyramiden, die zellenartig das Innere des Sehorgans ausfüllen. Jede Pyramide bildet ein Auge für sich, bei welchem die winzig kleine Facette die Stelle einer Linse vertritt. Aus diesem Grunde nennt man diese Pyramiden Sehpyra-

miden oder Sehröhren. Die Wände resp. Seitenflächen derselben schliessen einen dunkeln Farbstoff (Pigment) ein, so dass jede Sehröhre eine camera obscura im Kleinen vorstellt. Die Spitzen sämmtlicher Sehpyramiden vereinigen sich an der Stelle, wo der Sehnerv sich ausbreitet. Letzterer schwillt im Innern des Auges zu einem Ganglion an und theilt sich alsdann pinselartig in äusserst feine Nervenfäserchen. Diese treten isolirt durch die Spitzen in die Sehpyramiden ein.

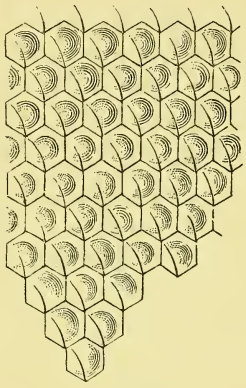


Fig. 31.
Facettenauge von einer Fliege.

Das Präparationsverfahren für das Facettenauge ist etwa folgendes: Man schneidet mittelst des Rasirmessers von einem grössern Insektenauge ein Segment ab. Als passende Objekte für derartige Querschnitte sind die Augen von Zweiflüglern und Faltern besonders zu empfehlen, weil die Sehorgane dieser Ordnungen relativ gross und daher die Schnitte leicht zu führen sind. Auch ist die Hornhaut hier viel schärfer facettirt als z. B. bei den Netzflüglern, die fast durchschnittlich keine schönen, deutlichen Präparate liefern. Man verschaffe sich also eine grosse Fliege, eine Bremse, eine Wiesenschnake, einen Tagschmetterling u. s. f. und lege den Schnitt an dem frischen oder ausgetrockneten Auge möglichst der Oberfläche entlang. Da das umfangreiche Pigment die mikroskopische Beobachtung stört, so muss man darauf bedacht sein, den dunkeln Farbstoff auf irgend eine Art theilweise aus dem Schnitt zu entfernen. Diesen Zweck erreicht man bei vollkommen trockener Hornhaut durch sorgfältiges Auskratzen mit einem feinen Federmesser oder einer Nadel. Weit besser und schneller gelangt man jedoch durch folgendes Verfahren zum Ziele: Man nimmt ein kleines Reagens- oder Probirglas, legt den Schnitt hinein und übergiesst ihn mit einer kleinen Menge starker Aetzkalilauge. Diese Flüssigkeit wird alsdann über einer Spiritusflamme so lange erhitzt, bis sie zu verdampfen beginnt. Um das Ueberschiessen der siedenden Lauge zu verhindern, thut man gut, wenn man den obern Theil des Gläschens mit einem nassen Leinwandstreifen umwickelt, der alsdann für die nöthige Abkühlung der dampfenden Lauge sorgt. Im Fernern mag es gerathen sein, die Flamme nicht allzu gross zu machen, die Flüssigkeit während des Erhitzens beständig zu schütteln und das offene Ende der Siederöhre nach auswärts und nie gegen das Gesicht zu kehren. Schon nach einigen Sekunden beginnt das Pigment, sich aufzulösen. Die Lauge röthet sich immer mehr, bis

schliesslich nur noch ein schwach gefärbtes Häutchen sichtbar ist. Jetzt darf man annehmen, dass weitaus der grösste Theil des Farbstoffes herausgezogen sei, und deshalb schüttet man die Lauge sammt Inhalt in ein flaches Gefäss, z. B. in ein Uhrschälchen. Endlich wird der Schnitt herausgenommen und in reinem Wasser abgespült. Will man sich ein Dauerpräparat anlegen, so schliesse man das Objekt in Sandarac oder Canadabalsam ein. Beide Harze eignen sich hier vorzüglich als Einschlussmittel, wie überhaupt für alle entomologischen Gegenstände (etwa mit Ausnahme von Tracheen). — In obigem Präparat erkennt man schon bei schwacher Vergrösserung mit grosser Deutlichkeit die Facetten in Form von regulären Sechsecken. Freilich kommen hie und da auch unregelmässige Sechsecke vor; ebenso trifft man zuweilen im nämlichen Schnitt vier- und sechseckige Felder neben einander (seltener fünfeckige). Beim Fliegenauge zeigen die Facetten oft quadratische Gestalt; auch finden sich hier in den Ecken der Felder lange, steife Haare, die offenbar den Dienst der Augenwimper zu versehen haben. (Den nämlichen quadratischen Facetten begegnet man auch in den Netzaugen von Flusskrebs!)

Um die Sehpyramiden zu demonstriren, führt man durch ein grosses, nicht allzu dunkles Falterauge einen Längsschnitt und legt diesen so in Glycerin ein, dass der concave Theil mit den Sehröhren nach oben gerichtet ist.

11. Präparat: **Tracheen und Stigmen.**

Tracheen (Luftröhren) sind bekanntlich cylindrische, baumartig verzweigte Röhren, die sämmtliche Organe des Insektenkörpers umspinnen und dazu bestimmt sind, die zum Athmen nöthige Luft von aussen durch den ganzen Körper zu führen. Die Stämme, grössern Aeste und Zweige dieser Tracheen bestehen aus zwei durchsichtigen Chitinhäuten, von denen die innere spiralig verdickt ist. Diesem Spiralfaden kommt die Bestimmung zu, die Luftröhren stets ausgespannt oder offen zu erhalten. Die allerfeinsten Verästelungen dagegen weisen nur eine einfache, strukturlose Membran auf. Einzelne Tracheenäste münden an den Seiten des Thieres in Gestalt kreisrunder oder ovaler Oeffnungen aus, welche Luftlöcher, Athemlöcher oder Stigmen heissen.

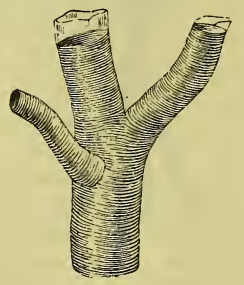


Fig. 32.
Tracheenstamm.

Will man in den Besitz eines hübschen Tracheenpräparates gelangen, so präpa-

rirt man eine grössere Raupe, einen Maikäfer u. drgl. nach der schon früher beschriebenen Methode unter Wasser (siehe pag. 44). Ganz besonders eignen sich hiezu auch Libellen-Larven. Man greift mit der Pincette eine Anzahl jener silberweissen, im Wasser flottirenden Fäden heraus und schliesst sie in verdünntes Glycerin ein. Schon bei mittlerer Vergrösserung sieht man cylindrische Röhren von verschiedener Weite, die sich alle mehr oder weniger verästeln. Die Spiralfäden treten als zahlreiche, eng zusammengedrängte, feine Querstriche zu Tage. An der Stelle, wo ein Tracheenstück von seiner ursprünglichen Verbindung abgelöst ist, bemerkt man meist den isolirten Spiralfaden, wie er (ähnlich der Verdickungsfaser aus dem Spiralgefäss einer Pflanze) in eine weit gewundene Schraubenlinie ausläuft. Sehr häufig findet sich in dem Präparat diverses, die Beobachtung störendes Zubehör, das meist von dem sog. Fettkörper herrührt. Will man diese störende Fettmasse beseitigen, so behandelt man eine Tracheenpartie mit siedender Kalilauge. Diese löst das Fett auf und lässt die häutigen Athmungsorgane in isolirtem Zustande zurück.

An dieser Stelle wollen wir auch in Kürze der blattartigen Kiementracheen gedenken, wie sie sich z. B. bei den Larven der gemeinen Eintagsfliege *(Ephemera vulgata L.)* vorfinden. Diese am Grunde klarer Gewässer, unter Steinen oder im Schlamm (in Gesellschaft von Bachflohkrebsen) sehr häufig anzutreffenden Geschöpfchen bieten ein sehr schönes und lehrreiches mikroskopisches Objekt. An einer derartigen Larve entdeckt man zu beiden Seiten des Körpers sieben Paar kleine, blattförmige Kiementracheen mit den sich baumartig verzweigenden Tracheenstämmchen und am Ende der Larve drei divergirende, gegliederte und behaarte Schwanzborsten. Je nach Alter und Grösse der Larven sind die blattartigen Anhängsel oval oder lanzettlich geformt. Im letztern Fall spaltet sich jedes Blatt in zwei lange, schmale Zipfel. Oftmals sind die einzelnen Blätter auch durch Kiemenbüschel ersetzt.

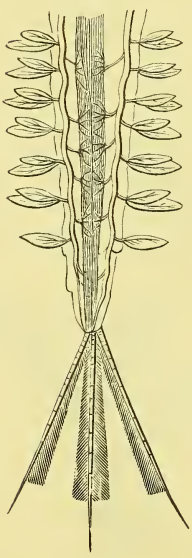


Fig. 33.
Leibesende der Larve einer Eintagsfliege (*Ephemera vulgata L.*).

Behufs Anfertigung von passenden Stigmenpräparaten verschafft man sich eine grössere, unbehaarte Schmetterlingsraupe, z. B. die sehr häufig vorkommende Raupe des Weidenholzbohrers *(Cossus ligniperda L.)*. Nachdem man die Raupe in Spiritus getödtet, schlitzt man sie der Länge nach auf, nimmt die innern Organe heraus und reinigt die zurückbleibende Körper-

haut durch sorgfältiges Abschaben mit einem Skalpell oder Radirmesser. Hat man das anhängende Fett entfernt, so zerschneidet man sie mittelst einer Scheere in kleine Stücke, von denen jedes mindestens ein Stigma enthalten soll. Die Objekte werden dann in doppelter Stellung in Harz eingebettet: bei den einen kehre man die Klappen nach oben, bei den andern nach unten. Durchmustert man jetzt diese Luftlöcher bei schwacher Vergrösserung, so sieht man die grossen ovalen, hellrothen, federnden Hornringe (bei vielen Raupen mit Haaren dicht besetzt), die äusserst schön gezeichneten Klappen mit der schmalen Spaltöffnung, die Klappenmuskeln und den von den Stigmen ausgehenden Tracheenast.

Anmerkung. Von der oben citirten Raupe mögen auch die Bewegungsorgane mikroskopisch untersucht werden (untere Fläche der Bauchfüsse nach oben gerichtet). An den gegliederten Brustfüssen sehen wir neben einzelnen Borsten eine starke Endkralle (zum Anklammern dienend), während die ungegliederten Bauch- oder Afterfüsse an ihrer Sohle mit einem hübschen Kranz kleiner, sichelförmiger, rother Haken umgeben sind, welche Hakeneinfassung zum Festhalten an glatten Flächen bestimmt ist.

12. Präparat: **Kaumagen.**

Bei den Raubinsekten, besonders aus den Ordnungen der Käfer und Netzflügler, sowie bei einigen Geradflüglern (Grillen und Heuschrecken) ist zwischen Kropf (Vormagen) und Chylusmagen noch ein dritter Magen von kugeliger Gestalt, der sog. Kaumagen oder Muskelmagen, eingeschoben, der eine äusserst kräftige Muskelwand besitzt und zur Zerkleinerung der Nahrung wesentlich beiträgt. Derselbe wird auf folgende Weise präparirt: Man nimmt z. B. ein Exemplar des grünen Heupferdes *(Locusta viridissima L.)*, schneidet den Leib der Länge nach auf der Unterseite mit einer Scheere auf und zieht die Verdauungsorgane sorgfältig heraus. Der feste, birnförmige Kaumagen von der Grösse eines kleinen Stecknadelknopfes ist leicht herauszufinden. Derselbe wird von dem übrigen Verdauungskanal getrennt, der Länge nach aufgeschnitten, in Alkohol entwässert und in Harz eingeschlossen (unter Umständen auch tingirt). Das Objekt zeigt uns auf der dicken, chitinisirten Innenhaut einzelne stärkere Hornleisten; zwischen diesen verlaufen in Reihen geordnete, hornige Reibplatten von verschiedener Gestalt, von denen die kleinern mit Borsten, die grössern mit starken Zähnen bewaffnet sind. Durch die Thätigkeit dieser gezähnten

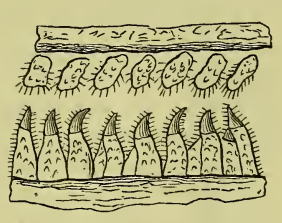


Fig. 34.
Kaumagen.

Hornplatten werden die Nahrungsmittel zerrieben und so in hinreichendem Masse verkleinert.

13. Präparat: **Käferflügel.**

Die Flügeldecken mancher Käfer sind bald mit Haaren, bald mit verschieden gefärbten Schüppchen mehr oder weniger dicht bekleidet. Namentlich sind es die weissen, gelben, rothen, grünen, blauen metallglänzenden Schüppchen des Brillantkäfers *(Entimus imperialis L.)* aus Brasilien, die eine herrliche Farbenpracht entwickeln. Für derartige Beobachtungen eignen sich vorzüglich die beschuppten Oberflügel vieler Rüsselkäfer. Als häufige, überall sehr leicht erhältliche Objekte möchten wir empfehlen:

1) Haselnuss-Rüsselkäfer *(Thylacites coryli Gyl.)*. Die schwarzen Flügeldecken dieses Käfers sind mit gelben Flecken übersät, die sich unter dem Mikroskop als Ansammlung leicht abreibbarer Haarschüppchen entziffern.

2) Glänzender Laubholz-Rüsselkäfer *(Polydrosus micans F.)* mit kupferroth schillernden Schuppen.

3) Verschiedene Blattnager *(Phyllobius)* als:

a. Silberglänzender Blattnager *(Phyllobius argentatus L.)*. Rundliche, metallisch grün glänzende Haarschuppen.

b. Birn-Blattnager *(Phyllobius piri L.)*. Schmale, grüne, fast goldglänzende Haarschuppen.

c. Apfel-Blattnager *(Phyllobius vespertinus F.)*. Schmale, längliche, graue oder kupferrothe Schüppchen.

Zu einem hübschen Flügelpräparat eignet sich auch der überall verbreitete Walzen- oder Kragenbock *(Saperda carcharias L.)*. Die Flügeldecken desselben zeigen viele schwarze, wulstig gerandete Grübchen, die mit einem dichten, bräunlich-gelben Haarschuppenkleid umgeben sind.

Die Schuppen der Käferflügel lassen sich auf trockenem Wege sehr gut konserviren. Das Verfahren mag etwa folgendes sein: Mit einer kleinen Scheere schneidet man sich aus dem betr. Flügel kleine rechteckige oder quadratische Scheibchen heraus, wobei man sich aber hüten muss, die Flügeldecken selbst mit der Hand zu berühren, da sonst die Schüppchen leicht abfallen. Deshalb ist es passender, den Flügel mit einer Pincette zu halten. Zum Einschluss verwendet man nur die am wenigsten convexen Mittelstückchen, weil nur diese, ohne zu zerreissen, sich mehr oder minder in eine Ebene ausbreiten lassen. Diese Objekte lässt man zuerst gehörig austrocknen und bringt sie nachher in eine ziemlich hohe Lackkammer (oder statt dessen in eine Kautschuk- oder Glaszelle), die mit einem Deckglas gut verschlossen wird. Hiebei hat man aber darauf zu

achten, dass das Flügelsegment das Deckglas nicht berühre, sonst könnte früher oder später ein Zerspringen des Gläschens eintreten. Ferner thut man gut, das Objekt am Grunde der Zelle mit etwas Gummi oder Leim zu befestigen (Beobachtung bei auffallendem Licht und schwacher Vergrösserung). Käferflügelsegmente sowohl, als vereinzelte Schüppchen kann man auch in Harz einbetten.

14. Präparat: **Seide.**

Untersuchen wir die Spinnfäden einer Seidenraupe (direkt dem Cocon entnommen) unter dem Mikroskop (in Glycerin), so sehen wir einfache, homogene Cylinder mit vollkommen glatter Oberfläche, ohne Schuppenschichte, Mark und Rindensubstanz der thierischen Haare. Der massive und verhältnissmässig sehr feste Faden, den die Seidenraupe erzeugt, erscheint transparent und ohne jede Struktur, indem er nicht aus thierischen Zellen aufgebaut ist, sondern das an der Luft erhärtete Secret der Spinndrüsen vorstellt (siehe Fig. über Gespinnstfasern.) Verfügt man nicht gerade über einen Seidencocon, so kann man statt dessen auch ungesponnene weisse Seide, oder einen Seidenfaden verwenden, den man sorgfältig zerzupft.

15. Präparat: **Organe einer Stubenfliege.**

a) **Flügel.** Der mit einer Scheere abgeschnittene Fliegenflügel zeigt uns ein schwach verzweigtes Adernetz von gelber oder rother Farbe. Stellenweise erscheinen die Rippen schwarz, was von eingeschlossener Luft herrührt. Zwischen den Adern ist eine durchsichtige, zuweilen irisirende Doppelmembran ausgespannt, auf der zahllose, in Reihen stehende, gebogene Härchen sichtbar sind. Auf der äussersten Rippe sitzen scharfe Stacheln von schwarzer Farbe, während der gegenüberliegende Rand des Flügels mit langen Haaren oder Wimpern besetzt ist.

b) **Fuss.** Am Fliegenbein erkennen wir drei Haupttheile: Den Oberschenkel, den Unterschenkel und den fünfgliedrigen Fuss, welche alle mit zahlreichen dunkeln, steifen Haaren und Stacheln versehen sind. Das letzte Fussglied trägt an seinem Ende zwei starke, spitze Krallen oder Klauen und daneben zwei sohlenartige Haftlappen (Haftballen oder Pelotten). Diese Haftlappen stellen durchsichtige, häutige und fein bewimperte Organe

Fig. 35.
Fuss e. Stubenfliege.

vor, mittelst denen sich die Fliege an glatten Flächen z. B. an Fensterscheiben festhalten kann (durch Ausschwitzen einer klebrigen Feuchtigkeit).

c) **Augen** (siehe Facettenauge).

d) **Fühler.** An den beiden Fühlern, die sich zwischen den Augen befinden, erkennt man, dass sie aus zwei kürzern und einem längern Gliede (Endglied) zusammengesetzt sind. Die beiden Anfangsglieder zeigen zahlreiche, lange, stachlige Haare, während das Endglied in eine mit einem kleinen Knöpfchen endigende Fühlerborste übergeht.

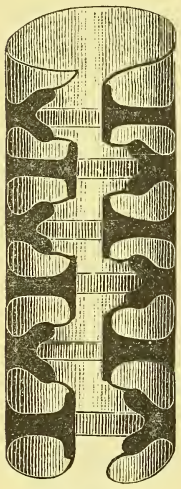


Fig. 36.
Chitinrinne vom Rüsselkopf einer Stubenfliege. (Ansicht von oben.)

e) **Saugrüssel.** Um den Saugrüssel dem Mikroskop dienstbar zu machen, fassen wir ihn mit der Pincette an seinem vordern Theil und reissen das Organ vorsichtig an seiner Basis aus. An der Wurzel des knieförmig gebogenen, einem Hämmerchen gleichenden Rüssels sehen wir zunächst zwei behaarte keulenförmige Taster. Von besonderem Interesse für uns ist aber die schwammig aufgetriebene Zunge oder der Rüsselkopf. Dieser sieht einer geöffneten, zweiklappigen Muschelschale ähnlich und präsentirt bei starker Vergrösserung (4—500) ein prächtiges Bild. Wir beobachten nämlich auf der Oberfläche beider Zungenlappen eine Reihe fächerartig in einen Stamm sich vereinigender Chitinrinnen, welche an der geöffneten Seite gezackte Ränder haben, gebildet von quergestellten halbkreisförmigen Chitinleisten (Graber vermuthet in diesen rippenartig vorstehenden Rinnen die Ausführungsgänge von Speicheldrüsen).

Jene parallel angeordneten Chitinleisten gehen nicht rings herum, sondern bilden einen Halb- oder einen Dreiviertelskreis. Ihre Enden sind genau opponirt, so dass man versucht wird, eine Spirale zu sehen. Diesen Eindruck erhalten wir auch bei schwacher Vergrösserung. Wir glauben, Tracheenäste vor uns zu haben. Es sind dies aber kräftige Chitinringe und nicht, wie Willkomm behauptet, spiralig gestreifte Muskelfasern. An der Stelle, wo der Rüssel abgerissen worden, sehen wir noch hübsch gezeichnete Muskelfasern und vereinzelte Tracheenäste.

16. Präparat: **Organe eines Schmetterlings.**

a) **Schmetterlingszunge.** Bei den Faltern verlängern sich die beiden Unterkiefer fadenförmig, sind an ihrer Innenseite rinnenartig

ausgehöhlt und bilden durch festes Aneinanderlegen der Kanten einen Kanal, die sog. Rollzunge (Saugrüssel), die in der Ruhe wie eine Uhrfeder zusammengerollt erscheint. — Wir fassen eine etwas hellere Falterzunge mittelst der Pincette, reissen sie an ihrer Wurzel aus und erkennen schon bei schwacher Vergrösserung die zwei dicht gegliederten, rinnenförmigen Klappen, die an der Ablösungsstelle (bisweilen auch auf grössere Distanz hin) regelmässig von einander getrennt sind. Durch jede Chitinhülse hindurch zieht sich ein spiralig gestreifter Tracheenast. Gebrauchen wir ein etwas stärkeres Linsensystem, so bemerken wir im Centrum (im Auge der Spirale) eine grössere oder geringere Anzahl bald gerader, bald gekrümmter Dörnchen von verschiedener Gestalt und Dimension, die meist mit einem oder mehreren Zähnen bewaffnet sind. Diese feinen, gezähnelten Dörnchen dienen zum Aufritzen der Honigbehälter der Blüthen, deren Inhalt unter dem Einfluss pumpender Bewegungen des Saugmagens durch den Rüssel nach der Mundöffnung aufsteigt. Ein Querschnitt durch einen grossen Falterrüssel zeigt uns im Centrum den weiten Rüsselkanal. Jede durchschnittene Rüssellade ist von einer derben Chitinhaut umschlossen und beherbergt im Innern ein Tracheenrohr und zahlreiche Längsmuskeln. Sehr schön sieht man hier die rinnenförmige Aushöhlung der Laden und ihren Zusammenschluss. (Zur Schnittführung ist Einbetten in Paraffin nöthig.)

Fig. 37.
Schmetterlingszunge.

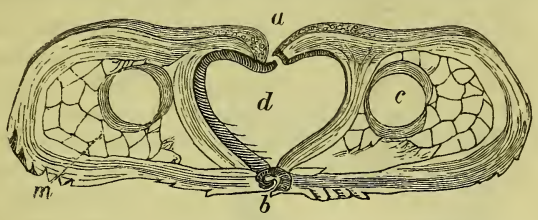


Fig. 38.
Querschnitt durch einen Falterrüssel. *a* Rücken-, *b* Bauchnaht der beiden Rüsselladen, *c* Luftrohr (Tracheenast), *d* Rüsselkanal, *m* Längsmuskeln.

b) **Augen** (siehe Facettenauge).

c) **Fühler.** Die Fühler der Schmetterlinge besitzen in den meisten Fällen einen höchst zierlichen Bau, so dass die Untersuchung derartiger Gebilde dem Mikroskopiker grosse Freude und manche Ueberraschung gewährt. Diese Organe sind stets aus vielen Gliedern zusammengesetzt und erscheinen bald einfach, bald gezähnt oder gekämmt. Die schönsten mikroskopischen Bilder liefern die getheilten

Fühler der Spinner. Die einzelnen Abschnitte können wieder getheilt sein, wodurch die sog. gefiederten Fühler entstehen. Sehr oft sind die einzelnen Aeste oder Zähne behaart. Hie und da findet man auch an den Enden der Zähne eine oder zwei Stacheln.

d) **Füsse.** Diese sind fünfgliedrig, mit starken Haaren und Borsten besetzt und endigen in zwei kräftige Krallen mit Haftlappen.

c) **Flügel (Schuppen).** Untersuchen wir das mehlartige Pulver, das sich auf dem Falterflügel vorfindet, unter dem Mikroskop (bleibender Einschluss in Harz oder als Trockenpräparat), indem wir einen Flügel über den Objektträger halten und etwas Staub mit dem Finger abklopfen oder mit einem Pinsel abwischen, so sehen wir eine Unmasse von kleinen Plättchen oder Schuppen. Bei jeder Gattung, ja fast bei jeder Art zeigen diese Schuppen eine andre Form und Farbe. Das eine Ende dieser zu Plättchen umgewandelten Haargebilde ist meist abgerundet und in der Mitte mit einem Einschnitt versehen, aus dem eine kleine stielförmige Wurzel hervorragt. Der der Wurzel gegenüberliegende Rand besitzt zwei, drei oder mehr Zacken oder Zähne von verschiedener Grösse, zuweilen auch wunderliche, büschelförmige Anhängsel. Dem äussern Umfange nach erscheinen diese Schuppen oval, linienförmig, herzförmig u. s. f. Jedes einzelne Plättchen ist aus einer doppelten Membran zusammengesetzt, schliesst zahlreiche Pigmentkörnchen ein und zeigt deutliche Längs- und Querstreifung (siehe pag. 22). Beim Männchen vom gemeinen Kohlweissling *(Pieris brassicae L.)* kommen auf der Unterseite der Flügel zwei Arten von Schuppen vor. Die Mehrzahl derselben ist oval mit 3—5 Zähnen (ähnlich wie bei *Hipparchia).* Einige wenige dagegen zeigen eine langgestreckte Herzform, sind an der breiten Basis weit ausgeschnitten und

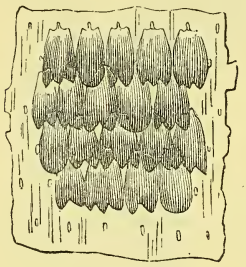
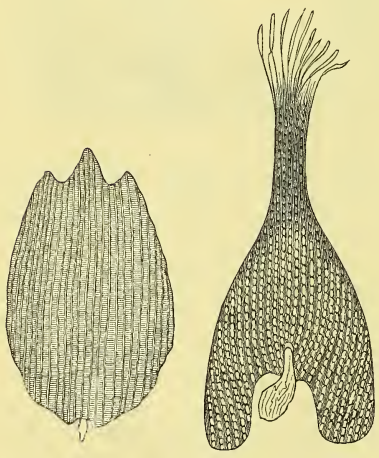


Fig. 39.
Flügelsegment von Falter.



a *b*

Fig. 40.
Schmetterlingsschuppen.
a von *Hipparchia Janira, b* von Kohlweissling (*Pieris brassicae L.*).

tragen an der Spitze ein büschelartiges Anhängsel. Diese niedlichen Schuppen bilden treffliche Testobjekte. — Legen wir ein ganzes Flügelsegment in Harz ein, so können wir leicht die gegenseitige Lage und die Art der Befestigung der Falterschuppen studiren. In einem solchen Präparat bemerken wir, wie die Schüppchen dachziegelartig sich decken und meist in regelmässigen Reihen liegen. An einzelnen lichten, von Schuppen entblössten Stellen entdecken wir auch cylindrische Hülsen oder Kapseln, welche die elliptische oder kreisrunde Oeffnung nach oben kehren. Es sind dies kleine Grübchen, in welchen die Schuppen mit ihrer stielartigen Wurzel lose befestigt sind.

Anmerkung. Als reizendes Objekt zur mikroskopischen Untersuchung empfehlen wir auch den Kopf einer Wiesenschnake *(Tipula oleracea L.)*. Wir finden zwei grosse Facettenaugen, zwei starkbehaarte, viergliedrige Taster (mit langem Endglied), zwei fadenförmige, deutlich dreizehngliedrige, mit Stacheln besetzte Fühler und einen niedlichen Saugrüssel, der sich in zwei grosse Lippen spaltet.

17. Präparat: **Organe einer Honigbiene.**

a) **Beine.** Vorder- und Hinterbeine der Honigbiene haben ein wesentlich verschiedenes Aussehen. Um diesen Unterschied im äussern Habitus der Bewegungsorgane zu zeigen, reissen wir einer Arbeiterbiene ein Vorder- und zwei Hinterbeine aus und legen sie so in Harz ein, dass beim einen Hinterbein die Aussen- und beim andern die Innenfläche dem Objektiv zugekehrt erscheint. Ober- und Unterschenkel des Vorderbeines sind stark entwickelt, haben eine nahezu cylindrische Gestalt und sind mit zahlreichen, fein verästelten, langen Haaren besetzt. Der behaarte Fuss besteht aus fünf Gliedern von verschiedener Grösse und endigt in zwei gespaltene, kräftige Krallen mit Haftlappen. — Der Oberschenkel der Hinterbeine weist gleichfalls Cylinderform auf; der Unterschenkel (Schienbein) dagegen wird nach unten zu immer breiter und erhält dadurch eine länglich dreieckige Gestalt. Auf der Aussenseite besitzt er eine grössere muldenförmige Vertiefung, die in der concaven Fläche haarlos, dagegen am Rande mit steifen Haaren umgrenzt ist. Diese löffelartige Aushöhlung führt den Namen Haarkorb oder kurzweg Körbchen, worin die sog. Höschen (d. h. der in Klumpen zusammengeballte Blüthenstaub) in die Bienenkörbe getragen werden. An das breitere Ende

Fig. 41.
Hinterbein einer Arbeiterbiene.

des Schienbeines schliesst sich das erste Fussglied an. Letzteres ist länger und breiter als die vier übrigen Glieder des Fusses, besitzt eine nahezu rechteckige Form und ist an der Innenseite mit zahlreichen, steifen Borstenhaaren besetzt, die in regelmässigen Querreihen stehen. Dieses erste Fussglied, Bürste oder Fusshechel genannt, dient zum Sammeln resp. Abbürsten des Pollens und kann, wie die Klinge eines Taschenmessers, auf das mit Blüthenstaub gefüllte Körbchen zugeklappt werden. Die beiden Sammelapparate (Körbchen und Bürste) fehlen den Vorderbeinen. Letztere braucht die Biene dazu, um den Pollen auf das Körbchen aufzukleben.

b) **Flügel.** Die transparente Flügelhaut ist von zahlreichen gelben Quer- und Längsadern durchzogen. Die Zahl der dadurch entstandenen Flügelzellen ist deshalb hier grösser als bei der Fliege; dagegen stehen die kurzen, geraden Härchen beim Bienenflügel weniger dicht beisammen. Wimpern und Stacheln finden sich hier keine vor. Hingegen bemerken wir über der Randader des Hinterflügels, ungefähr in deren Mitte, 20—22 gleich weit von einander entfernte, zugespitzte Häkchen, welche über den umgebogenen Hinterrand des Vorderflügels herübergreifen und so während des Fliegens beide Flügel zu einem Ganzen vereinigen.

c) **Augen** (siehe Facettenauge).

d) **Mundwerkzeuge.** Einen äusserst wunderbaren Bau besitzen die Mundtheile der Honigbiene. Wir schneiden mit der Scheere den vordern Abschnitt des Kopfes weg und entdecken zunächst den dunkeln, hornigen Kopfschild mit den beiden stiefelähnlichen, unten löffelförmig ausgehöhlten, schneidenden Oberkiefern und der quer davor liegenden, schmalen, schildartigen Oberlippe. Der eigentliche Saugapparat besteht aus den zwei verlängerten, lanzettlichen od. säbelförmigen, sich scheerenartig gegen ein-

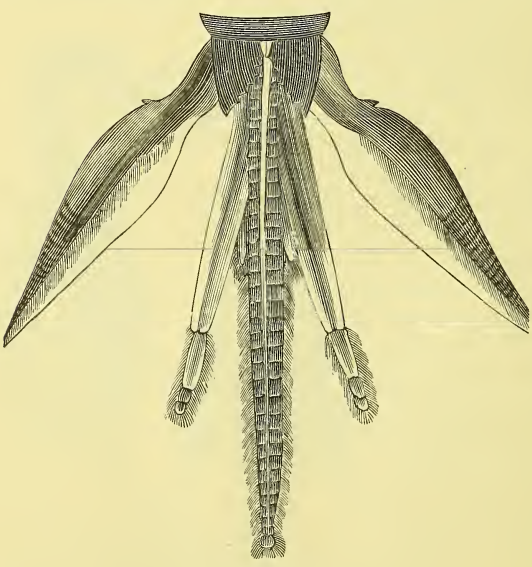


Fig. 42.
Mundtheile einer Honigbiene.

ander bewegenden Unterkiefern, den zwei viergliedrigen, behaarten Tastern und der dreitheiligen Unterlippe. Die beiden seitlichen Lappen der Letztern sind ziemlich verkümmert, während der mittlere Theil die cylindrische, mit zahlreichen Haaren besetzte Zunge (Saugrüssel) bildet. Der elastische, hohle Saugrüssel hat sich sehr in die Länge entwickelt, endet in ein Knöpfchen und besitzt eine höchst zierliche Struktur. (Ganz reizende Präparate liefern auch die Mundtheile von Wespe, Hornisse und Hummel).

e) **Wehrstachel (Giftstachel).** Um den Wehrstachel zu demonstriren, schneidet man mit der Scheere das Ende des Hinterleibes weg, schlitzt die Chitinhaut der Länge nach auf, nimmt den Stachel sammt seiner Umgebung mit der Pincette vorsichtig heraus und bettet das Ganze in Harz ein. Der eigentliche Stachel besteht aus der Stachelrinne und den zwei darin enthaltenen hornigen Stechborsten. Erstere stellt eine hornige Scheide vor, welche einen Schlitz besitzt, durch den die beiden Stechborsten herausgestossen und wieder zurückgezogen werden können. Die zwei Stechborsten zeigen an ihrem Ende an der äussern Seite 9—12 sehr spitze, rückwärts gekrümmte Sägezähne (diese Zähne fehlen beim Stachel von Wespen, Hornissen und Hummeln), biegen sich unten rechtwinklig um und stehen hier mit einem System von zwei oder drei zusammenhängenden, hornigen Stützbeinen in Verbindung. Diese Stützbeine sind mit Muskeln umgeben, welche dieselben in Bewegung versetzen. Dadurch stossen Erstere auf die Stechborsten auf und schieben diese vor; die gezähnten Borsten treten aus der elastischen Scheide heraus und verursachen eine Wunde. In Letztere fliesst gleichzeitig ein Tröpfchen Gift (concentrirte Ameisensäure) aus dem Giftapparat. Dieser besteht aus zwei röhrenförmigen Drüsen (Giftdrüsen), die nach ihrer Vereinigung in eine grössere Blase, die sog. Giftblase, führen, von wo aus ein Ausflusskanal in die Stechrinne übergeht (Giftapparat in Glycerin).

Fig. 43.
Giftstachel einer Honigbiene.

18. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung ganzer Insekten.**

Der Einschluss von ganzen Insekten in eine harzige Substanz erfordert viel Uebung und grosse Sorgfalt, wenn die Präparate überhaupt instruktiv ausfallen sollen. Beim Einlegen in das flüssige Harz achte man vor allem darauf, dass der Insektenkörper die richtige Stellung erhalte. In den meisten Fällen wird man das Thier dergestalt einbetten, dass der Rücken desselben nach oben gekehrt erscheint. Beine, Flügel, Fühler etc. breite man mit den Nadeln sorgfältig auseinander, damit jedes der genannten Organe deutlich sichtbar wird. Diesen Zweck erreicht man zum Theil auch dadurch, dass man auf das Deckgläschen einen entsprechenden Druck ausübt, wodurch sich die Glieder von einander trennen. Doch thue man in dieser Beziehung des Guten nicht zuviel, sonst riskirt man, dass sich einzelne Organe vom Körper ablösen, oder dass Letzterer zerplatzt und sein Inhalt das Präparat verunstaltet, wo nicht gänzlich ruinirt. Zum Studium spezieller Theile mag es auch am Platze sein, das Objekt von der Bauchseite zu beobachten. Während man die Mehrzahl derartiger Objekte mit durchfallendem Licht und bei ganz schwacher Vergrösserung untersucht, wendet man für wenige vereinzelte Fälle (z. B. für kleine Käfer) mit grösserem Vortheil auffallende Beleuchtung an. Solche Insekten behandelt man dann in ganz gleicher Weise wie die früher besprochenen Käferdecken, oder man schliesst sie in Harz ein, gibt aber der Zelle einen dunkeln Grund, indem man den Objektträger mit Tusche schwärzt. Als erläuternde Beispiele wollen wir im Folgenden eine kleine Anzahl von Insekten anführen, die überall leicht zu beschaffen sind, und die für die Schule etwelches Interesse darbieten. Wir werden jedoch die betreffenden mikroskopischen Bilder nicht ausführlich beschreiben, sondern nur die Hauptmerkmale kurz hervorheben:

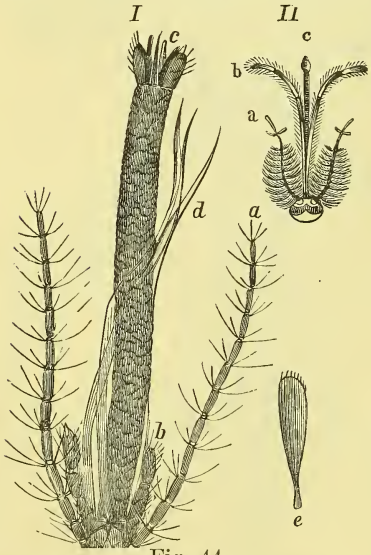


Fig. 44.

Mundtheile einer gemeinen Stechmücke. *I* Vom Weibchen, *II* vom Männchen. *a* Fühler, *b* Taster, *c* Saugrüssel, *d* Stechborsten, *e* einzelnes Haarschüppchen (stark vergrössert).

a) **Larve von Eintagsfliege** (siehe Tracheen).

b) **Gemeine Stechmücke** *(Culex pipiens L.).* Zwischen den grossen Facettenaugen liegen die aus 14 Gliedern zusammengesetzten Fühler. Bei der weiblichen Mücke sind diese Glieder von gleicher Länge und kurz behaart, und zwar stehen die Haare quirlförmig am Grunde jedes Gliedes. Bei dem Männchen dagegen sind die zwei letzten Glieder länger als die übrigen, und weisen die Fühler eine lange, federbusch-ähnliche Behaarung auf. Die fünfgliedrigen, behaarten Taster sind beim Weibchen weit kürzer, beim Männchen länger als der Rüssel. Der aussergewöhnlich lange, cylindrische Saugrüssel des Weibchens ist mit kleinen, übereinanderliegenden Haarschüppchen dicht bedeckt und endigt in einen zweitheiligen Knopf. An seinen Seiten sieht man noch einige lange Stechborsten.

c) **Menschenfloh** *(Pulex irritans L.).* Der seitlich zusammengedrückte Körper erscheint deutlich gegliedert. Punktaugen. Die langen, dünnen Oberkiefer haben sich hier zu sägeartig gezähnten Stechborsten umgewandelt, zwischen welchen eine dritte, feine Stechborste sich befindet. Diese drei Borsten zusammen machen den Rüssel aus. Die sechs Beine zeigen stark komprimirte Schenkel (hinten zwei kräftige, lange Springbeine). Die Füsse sind fünfgliedrig, endigen in zwei Krallen und sind mit feinen Stacheln besetzt.

d) **Kopflaus des Menschen** *(Pediculus capitis L.).* Der Schnabel besteht aus der Schnabel- oder Rüsselscheide, einer ausstülpbaren Saugröhre und zwei hervorschiebbaren, messerähnlichen Stechborsten. Die ungegliederte Schnabelscheide stellt eine fleischige konische Röhre vor, die am Grunde mit steifen Borsten, an der Spitze dagegen mit einem Hakenkranz versehen ist. Dieser dient zur Befestigung während des Blutsaugens und zeigt uns unter dem Mikroskop (bei starker Vergrösserung) eine doppelte Reihe horniger Haken, die bei den verschiedenen Thierlausarten verschiedene Gestalt und Grösse aufweisen. Am Kopfe bemerken wir zwei kleine, einfache Punktaugen und zwei fadenförmige, schwach behaarte, fünfgliedrige Fühler. Die Füsse sind zum Klettern oder Anklammern eingerichtet und enden in eine starke Kralle.

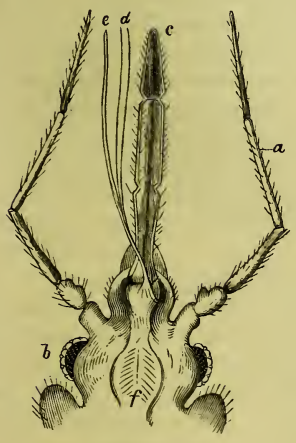


Fig. 45.

Kopf der Bettwanze. *a* Fühler, *b* Augen, *c* Schnabelscheide, *d* und *e* Stechborsten (Ober- und Unterkiefer), *f* Kehlrinne (zur Aufnahme des Schnabels).

e) **Bettwanze.** *(Acanthia lectularia L.).* (Ansicht von der Bauch-

seite.) Man achte hier besonders auf den langen, dreigliedrigen, gegen die Brust zurückgeschlagenen Schnabel, der in seinem Innern die zu Stechborsten ausgebildeten Ober- und Unterkiefer aufweist. Am Kopfe sieht man zwei facettirte Augen und zwei lange, borstenförmige, fein behaarte, viergliedrige Fühler. Füsse zweigliedrig, in zwei starke Krallen endend.

f) **Rosenblattlaus** *(Aphis rosae L.)*. Hier treffen wir einen langen, gegen den Bauch zurückschlagbaren, dreigliedrigen Schnabel, der in seinem Innern vier grätenartige Stechborsten deutlich erkennen lässt. Die Augen sind gross, facettirt, die Fühler siebengliedrig, länger als der Leib und spärlich behaart. Die beiden letzten Fühlerglieder haben ein zierliches, ährenartiges Aussehen. Füsse in zwei Krallen endend. Am Ende des Hinterleibes sitzen auf dem Rücken zwei lange, cylindrische Röhren, die sog. Honigröhren, aus denen eine süsse Flüssigkeit (Honigthau) ausgeschieden wird, welche namentlich die Ameisen eifrig aufsuchen.

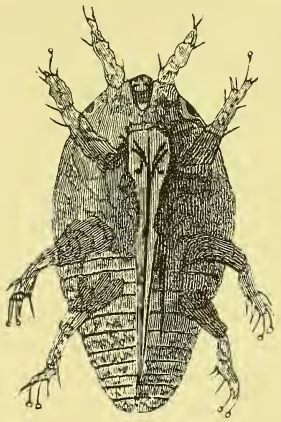


Fig. 46.
Reblaus.
(*Phylloxera vastatrix Planchon*).

g) **Reblaus** *(Phylloxera vastatrix Pl.)* (in den letzten Jahren aus den Kantonen Neuenburg und Genf leicht erhältlich). Lange, gegliederte, gegen den Bauch zurückschlagbare Rüsselscheide, aus der drei steife, hohle Stechborsten (Saugröhren) heraustreten. Diese Stechborsten, von denen die mittlere die dickste ist, senkt das Thierchen tief in das Zellgewebe der zarten Wurzelfasern ein und saugt die Säfte heraus. Grosse facettirte Augen. Zwei dreigliedrige Fühler, deren Endglied gross, quergeringelt und löffelartig ausgehöhlt ist (Riechgrube).

19. Präparat: **Organe einer Kreuzspinne.**

a) **Fuss.** Dieser ist mit drei beweglichen Klauen bewaffnet, zwischen und neben welchen lange Borsten zum Vorschein kommen. Zwei der Krallen sind auf der concaven Innenseite mit mehreren starken, kammartigen Zähnen versehen, während die mittlere, sichelförmig gekrümmte Klaue zahnlos bleibt, dafür aber in eine sehr scharfe Spitze ausläuft. Die kammartig gezähnten Krallen dienen zum Verflechten der Spinnfäden, die ungetheilte Sichelkralle dagegen ist zum Ergreifen der Beute bestimmt. (Einschluss in Harz wie bei

allen Chitinpräparaten aus der Gruppe der Gliederthiere.) Letztere fehlt bei einigen Spinnen und ist dann durch ein dichtes Haarbüschel ersetzt.

b) **Kopfbruststück** (schwache Vergrösserung). Hier sind von besonderer Wichtigkeit die zweigliedrigen Kieferfühler (Oberkiefer). Diese zeigen ein hakenförmig gekrümmtes, schön hellroth gefärbtes Endglied, eine Art Klaue, die gegen das ausserordentlich dicke, schwach behaarte Wurzelglied taschenmesserartig zugeklappt werden kann. An der Spitze der rothen Klaue mündet der Ausführungskanal einer Giftdrüse, deren Secret in die durch die Klaue geschlagene Wunde fliesst und bei Fliegen, Wespen etc. fast augenblicklichen Tod zur Folge hat. Am innern Rand des Wurzelgliedes bemerken wir 4—6 kurze, feste, rothe Zähnchen, mittelst welchen die Spinne die Haut ihres Opfers aufreisst. Auf dem Scheitel (Stirne) kommen acht unbewegliche, einfache Punktaugen zum Vorschein, und zwar stehen die beiden mittlern Augenpaare im Quadrat, während je zwei äussere Augen am Seitenrand des Kopfbruststückes dicht nebeneinander liegen. — (Man beobachte auch die Gruppirung und Zahl der Augen bei andern Spinnenarten.)

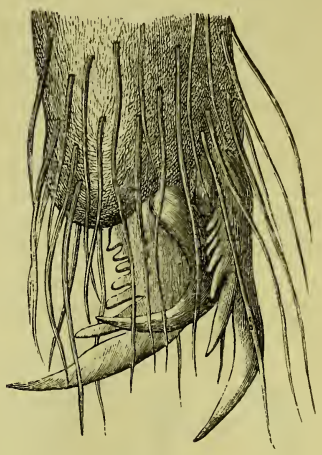


Fig. 47.
Fuss der Kreuzspinne.

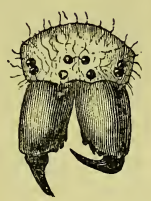


Fig. 48.
Kopfbruststück der Kreuzspinne.

c) **Spinnröhrchen.** Im Hinterleibe der Kreuzspinne liegen zahlreiche, theils birnförmige, theils cylindrische, theils baumartig getheilte Schläuche, Spinndrüsen genannt, deren enge Ausführungsgänge an der Oberfläche der sog. Spinnwarzen auf kleinen Spinnröhrchen und grössern Zapfen münden. Der von jenen Drüsen ausgeschiedene und durch die Spinnröhrchen in ausserordentlich feinen Strömchen nach aussen ergossene, klebrig-flüssige Spinnstoff erhärtet an der Luft rasch zu einem sehr zarten Faden. Viele dieser unendlich dünnen Fädchen werden zu einem

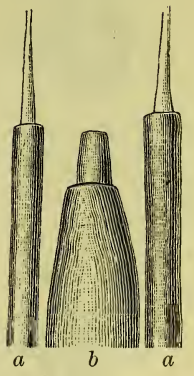


Fig. 49.
a Spinnröhren, *b* Spinnzapfen (von Kreuzspinne).

dickern Faden verklebt, welchen die Spinne unter Beihülfe der Fussklauen zu den bekannten Gespinnsten verarbeitet. — Um die Spinnröhrchen zu demonstriren, schneiden wir die sechs am Ende des Hinterleibes befindlichen, gegliederten und stark behaarten Spinnwarzen an ihrer Basis mit der Scheere (oder dem Rasirmesser) durch, zerzupfen das Präparat mit zwei Nadeln in Glycerin und studiren es bei 150—200facher Vergrösserung. Wir sehen auf jeder Warze zahlreiche, ziemlich lange, cylindrische, schwach gelb gefärbte Röhrchen (unter denselben befindet sich ein dicker, grosser Zapfen), die kurze, dünne und farblose, konische Aufsätze tragen. Jede der vordern Spinnwarzen zeigt weit über 100 Röhrchen, die mittlern (kleinsten) etwa zwei Dutzend; die hintern halten in Bezug auf Röhrenzahl zwischen beiden Paaren die Mitte.

Anmerkung. *a)* **Bücherscorpion** *(Chelifer cancroides L.).* Dieses zu den Afterscorpionen zählende Spinnenthier bildet ein sehr hübsches mikroskopisches Objekt. Man findet dasselbe ziemlich häufig zwischen altem Papier, in staubigen Bücher- und Pflanzensammlungen, hie und da auch in Ritzen, an Stubenfliegen angeklammert etc. Unter dem Mikroskop sieht man einen elfgliedrigen, platten, an den Seiten sägeartig gekerbten, rothbraunen und verkehrt eiförmigen Hinterleib. Vorn am Kopfbruststück liegt jederseits ein Auge, während auf der untern Seite der Brust 8 behaarte, in zwei Krallen endigende Beine befestigt sind. Charakteristisch sind bei diesen nützlichen Raubthieren die zwei langen, viergliedrigen Kiefertaster, deren letztes Glied in eine kräftige Scheere ausläuft. (Aehnliche Afterscorpione leben unter Moos, sowie unter der losen Rinde von Nadelholzbäumen. — Bleibender Einschluss in Harz.)

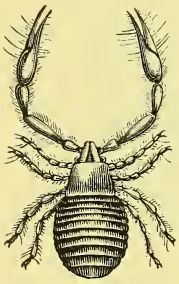


Fig. 50.
Bücherscorpion (*Chelifer cancroides L.*).

b) **Bärenthierchen** *(Tardigrada).* Der Körper dieser mikroskopisch kleinen Spinnenthiere ist wurmförmig gestreckt, ohne deutliche Sonderung in Kopf, Brust und Hinterleib und vorn zu einer Saugröhre verlängert, in der sich zwei stiletförmige Kiefer (Stäbe) hervorschieben. An der Bauchseite finden sich acht kurze, ungegliederte Stummelfüsse, die mit zwei oder vier Krallen bewaffnet sind. Das vierte Beinpaar entspringt am Ende des Körpers. Zwei einfache Augen. Die grossen, kugeligen Eier schimmern zuweilen durch die zarte, farblose Körperhülle hindurch. — Um uns zu jeder Zeit leicht Bärenthierchen zu verschaffen, kratzen wir von einem in einem Teich oder Tümpel stehenden Pfahl den anhängenden Schlamm weg (schwache Vergrösserung). In dem betr. Präparat werden wir stets mehrere der niedlichen Geschöpfchen antreffen, die langsam an den Algen herumklettern und durch ihre plumpen, ächt bärenartigen Bein- und Körperbewegungen unser Auge ergötzen.

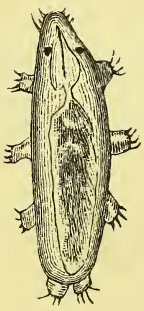


Fig. 51.
Bärenthierchen (*Tardigrada.*)

c) **Geophilus longicornis Leach.** Dieses zur Klasse der Tausendfüsser (in die Ordnung der Scolopender) zählende, in fruchtbarer Erde sehr häufig vorkommende Thierchen bietet dem Mikroskopiker ebenfalls einiges Interesse. Körper flachgedrückt, gelb, 4—5 cm lang, mit ca. 50 bis 55 Beinpaaren. Körpersegmente alle gleich. Beine kurz mit eingliedrigen Tarsen, in eine schwache Kralle endend. Fühler 14gliedrig, schwach behaart. Augen fehlen. Die zwei vordersten Beinpaare haben sich zu Raubfüssen (Kieferfüssen) umgewandelt und endigen in zwei kräftige, sichelförmige, rothe Klauen, die zum Packen der Beute dienen. (Tödtung durch Gift aus den Giftdrüsen.)

20. Präparat: **Milbenpräparate.**

Die Milben stimmen in der Grundgestalt des Körpers alle mehr oder minder überein. Sie bilden nämlich meist ein Oval oder ein an den Ecken abgerundetes Viereck. Manchmal hat der Körper auch eine ei- oder birnförmige Gestalt. Aber stets ist er ungegliedert, indem Kopf, Brust und Hinterleib zu einem ungetheilten Ganzen verschmolzen sind. Ferner sind acht Beine vorhanden, die meist in eine oder zwei Krallen (oft auch in gestielte Haftscheibchen) endigen. Körper und Beine sind sehr häufig mit Haaren oder langen Borsten bekleidet. Als Sehorgane dienen zwei oder vier sehr kleine Punktaugen, die aber manchen Milben auch ganz fehlen. Die Athmung geschieht durch Tracheen, die bei Harzpräparaten oft durch die transparente Chitinhaut hindurchschimmern. Aeusserst wechselnd erscheint die Form der Mundwerkzeuge, die bald zum Beissen, bald zum Stechen und Saugen verwendet werden.

Eine grosse Zahl von Milben kann man sich überall und fast zu jeder Jahreszeit leicht verschaffen. Die einen finden sich auf faulenden organischen Substanzen, andere hausen auf verschiedenen Früchten, wieder andere streifen frei umher, theils im Wasser, theils auf dem Lande, und leben vom Raube kleinerer Thiere (rothe Erdmilbe); weitaus die meisten aber sind Parasiten auf lebenden Thieren und Pflanzen. Als leicht erhältliche Objekte erwähnen wir:

a) **Käsemilbe** *(Acarus siro L.).* Lassen wir Käse wochen- oder monatelang an feuchter Atmosphäre stehen, so überzieht sich derselbe mit einem grünen Schimmel. Auf und zwischen demselben bemerken wir gleichzeitig eine Unmasse mikroskopisch kleiner Milben. Diese zeigen einen ovalen, weisslichgelben Körper mit langen Borsten. Schnabel und Beine sind etwas bräunlich. Der Rücken ist zuweilen mit zwei dunkleren Flecken gezeichnet.

Fig. 52.
Rothe Erdmilbe (*Trombidium holosericeum*).

b) **Rothe Erdmilbe** *(Trombidium holosericeum L.)* bildet speziell für Schulzwecke ein sehr schönes und instruktives Präparat. Dieselbe kommt im Frühjahr sehr häufig auf Gartenbeeten, im Grase und unter Gebüschen vor und ist an der schön scharlachrothen Farbe und dem viereckigen, an den Ecken abgerundeten, sammethaarigen Leib leicht zu erkennen (schwache Vergrösserung). Kieferfühler mit kurzer Klaue. Taster viergliedrig, gross. Die langen Laufbeine enden mit zwei Krallen und zwei borstenartigen Anhängen. Punktaugen vorhanden.

c) **Verschiedene Pflanzenmilben** auf Rose, Weinrebe, Brennnessel u. s. f.

d) **Vogelmilben.** Häufig in Taubenschlägen, Hühnerställen und Vogelkäfigen (meist rothbraun gefärbt).

e) **Insektenmilben.** Diese finden sich namentlich an Ross- und Mistkäfern, Todtengräbern, Hummeln u. s. f.

f) **Mehlmilbe** *(Acarus farinae Deg.)* mit langen, gefiederten Haaren. Findet sich in altem Mehl (speziell im Mehl der Hülsenfrüchte).

g) **Krätzmilbe des Menschen** *(Sarcoptes scabiei Deg.)*. Dieser bösartige menschliche Parasit zeigt einen ungetheilten, länglich runden, 0,3—0,5 mm langen, mit Haaren und Borsten besetzten Körper. Die vier Beinpaare sind kurz und fünfgliedrig. Die zwei vordern Paare (in der Nähe des Kopfes) enden mit gestielten Haftscheiben (zum Anklammern dienend), das dritte und vierte Paar beim Weibchen mit langen Borsten. Beim Männchen trägt auch das vierte Paar eine gestielte Haftscheibe. Die Mundtheile bestehen aus einem Saugkegel mit scheerenförmigen Kieferfühlern und seitlich anliegenden, dreigliedrigen Tastern. Die Weibchen graben in der Oberhaut des Menschen tiefe, haarfeine Gänge, an deren Enden sie sich aufhalten und erzeugen durch ihre Stiche den als Krätze und Räude bekannten Hautausschlag (ähnliche Milben trifft man bei räudekranken Pferden, Schafen, Hunden, Katzen etc.).

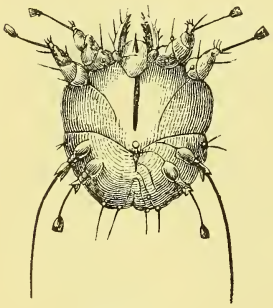


Fig. 53.
Krätzmilbe des Menschen (*Sarcoptes scabiei Deg.*) (Männchen).

21. Präparat: **Einauge oder Hüpferling** *(Cyclops quadricornis L.)*.

Diese für die mikroskopische Beobachtung sehr interessanten Krebschen (Büschelfüsser) finden sich zahlreich im stehenden

Wasser von Teichen und Tümpeln. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie als kleine (1—2 mm grosse) weisse Körperchen, die mit grosser Geschwindigkeit stossweise davonhüpfen. Schöpfen wir aus irgend einer Teuchelrose oder einem Wassersammler ein Glas Wasser, mit Algen und Wasserlinsen gemengt, so entdecken wir darin sofort eine grössere Anzahl ruckweise dahintanzender Cyclops, von denen wir mit Leichtigkeit einige Exemplare in ein flaches Uhrschälchen übertragen können. Bei schwacher Vergrösserung sehen wir alsdann an dem nackten, schalenlosen Leib ein ungetheiltes, ovales Kopfbruststück und einen deutlich gegliederten Hinterleib. Auf der Stirne steht ein einzelnes, grosses, dunkelroth gefärbtes Auge, und an den Seiten des Kopfes kommen zwei Paar ungetheilte, gegliederte, mit langen Haaren oder Borsten versehene Fühler zum Vorschein. Das Weibchen trägt am fünften Ringel des Hinterleibes zwei grosse, ovale Eierstöcke, die mit zahlreichen, dunkeln Eiern erfüllt sind, welche Eier in einem Klumpen dicht beisammen stehen. Bei einigen Exemplaren erscheinen die Eierstöcke bereits leer. — Der geringelte Hinterleib endet in zwei gablig auseinander stehende Gliedmassen, die je vier längere Borsten tragen, welche wiederum fein behaart sind, so dass das Ganze eine Art Flosse, zum Schwimmen dienend, vorstellt. Im Innern des Thierchens kann man ganz gut den Herzschlag und die Circulation der farblosen Blutkörperchen verfolgen. In obigem Präparat beobachten wir neben vollkommen entwickelten Individuen (männlichen und weiblichen Geschlechts) auch verschieden weit vorgerückte Larvenzustände, die alle schon durch das charakteristische rothe Stirnauge ausgezeichnet sind.

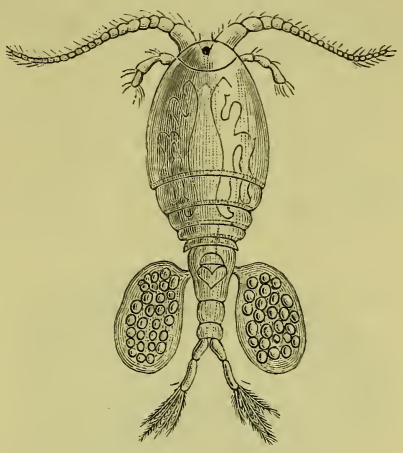


Fig. 54.
Cyclops.

Anmerkung. In Gesellschaft des Vorigen begegnet man auch sehr oft dem gemeinen **Muschelkrebs** *(Cypris conchacea L.)*, einem niedlichen Geschöpfchen, welches durch seine zweiklappige Schale eine gewisse äussere Aehnlichkeit mit den Muscheln hat. Beim Schwimmen jedoch, welches durch rasch auf einander folgende Stösse der als Ruder dienenden Fühler und der hintern Beine vor sich geht, treten diese Organe über den Rand der Klappen hervor und zeigen auf diese Weise auch dem Laien, dass er es hier nicht

mit einem Weichthier zu thun hat. Unter dem Mikroskop bietet sich uns folgender Anblick: Der Muschelkrebs bewegt sich sehr schnell durch das Sehfeld dahin und zwar meist in kreisförmiger oder spiraliger Bahn. Zuweilen klettert er auch langsam den Algenfäden entlang. Plötzlich hält er stille, indem er Fühler und Beine in seine Schale zurückzieht und liegt nun einige Sekunden ruhig da. Nachher beginnt er seine Rotationen von Neuem. — Die Schale dieses ca. 3 mm grossen Krebschens ist nur auf kurze Distanz hin geschlossen und zeigt eine ovale oder schwach nierenförmige Gestalt. Sie ist meist opak.

22. Präparat: **Kiefer von Blutegel** *(Hirudo officinalis L.).*

Nachdem wir den Blutegel in Spiritus getödtet, schneiden wir mittelst der Scheere in der Nähe des vordern Körperpoles quer durch und präpariren das hornige Beisswerkzeug heraus. Zu diesem Zwecke schlitzen wir den Saugnapf (sammt Mundhöhle) der Länge nach auf. Dann sehen wir drei harte, weisse, bogenförmige Kieferwülste oder Kieferplatten, die mittelst Muskeln durch die Ritzen der Mundöffnung beliebig verschoben werden können. Unter dem Mikroskop (Einschluss in Harz) zeigen uns diese Kiefer an ihrer gewölbten Schneidefläche 80—100 in einer Reihe stehende, kleine, hornige und knollenförmige Zähnchen, die zum Aufritzen der menschlichen Haut gebraucht werden. Zu diesem Zwecke schiebt der Blutegel die drei Kieferplatten durch die dreizackige Mundöffnung hervor und bewegt sie unter beständigem Aufdrücken auf die Haut nach Art einer Kreis- oder Bogensäge so lange hin und her, bis die Haut durchbohrt ist. Jetzt zieht er die Kiefer zurück. Durch Andrücken des Saugnapfes an die Haut und darauf folgende Ausdehnung desselben wird ein luftverdünnter Raum erzielt, in den das Blut einströmt und von wo aus es durch den Schlund in den Magen gepumpt wird.

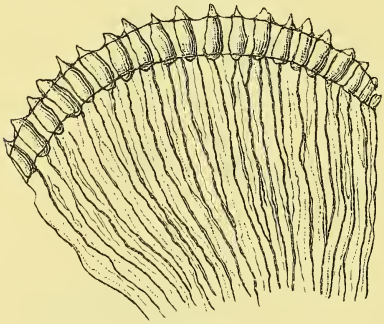


Fig. 55.
Kiefer von Blutegel (stark vergrössert).

Zur Vergleichung mag man auch die Kiefer des bei uns in stehenden Gewässern sehr häufig vorkommenden **Rossegels** *(Haemopis vorax M. T.)* mikroskopisch untersuchen. Diese Egelart besitzt ganz kleine Kiefer mit weniger zahlreichen und bedeutend abgestumpften, gröbern Zähnen, weshalb sich diese Thiere zum Blutentziehen nicht gebrauchen lassen. Die Pferdeegel können höchstens weiche Schleimhäute durchbeissen.

23. Präparat: **Epidermis von Regenwurm.**

Ein Stück Oberhaut des Regenwurms, auf der Innenseite gehörig gereinigt, entwässert und in Harz eingeschlossen, zeigt uns deutlich die mit Pigment gefärbten Glieder des Wurmes. An jedem Gliede stehen vier Paar kurze, nach hinten gerichtete, steife, etwas gekrümmte Borsten, mit deren Hülfe das Thier vorwärts kriecht. Sämmtliche ungegliederte Borsten liegen in vier Längsreihen, sind aber nicht auf Fussstummeln befestigt, sondern sitzen unmittelbar in einfachen Gruben der Haut.

24. Präparat: **Querschnitt durch einen Regenwurm.**

Wir härten einen etwas dünnern Regenwurm in Alkohol und legen alsdann mit dem Rasirmesser feine Querschnitte durch denselben. Letztere schliessen wir, mit Carmin schwach tingirt, in Glycerin ein und durchmustern sie unter dem Mikroskop bei mässiger Vergrösserung. Das Präparat zeigt uns die verhältnissmässig dicke Oberhaut mit Cuticula. Innerhalb derselben findet sich eine doppelte Muskellage, der sog. Hautmuskelschlauch, durch dessen Zusammenziehung und Ausdehnung vorzugsweise die Fortbewegung des Wurmes erzielt wird. Dieser Muskelschlauch besteht theils aus Ring-, theils aus Längsmuskeln. Im Präparat erkennen wir unmittelbar innerhalb der Epidermis die Querschnitte der der Länge nach verlaufenden Längsmuskelfasern. Von diesen Querschnitten aus gehen die radial gestellten, sehr hübsch gezeichneten Quermuskelfasern. Zu innerst kommt der durchschnittene, in gerader Richtung den ganzen Körper durchziehende Darmkanal mit Muskulatur zum Vorschein. Ebenso bemerken wir die vier Borstenpaare.

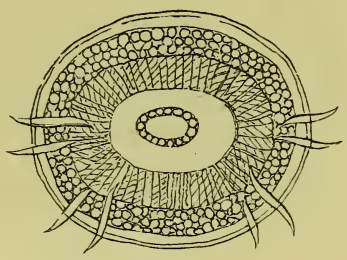


Fig. 56.
Querschnitt durch einen Regenwurm.

Anmerkung. Im Darmkanal von Wasservögeln (Ente), Süsswasserfischen (Barsch, Trüsche, Forelle etc.) und von verschiedenen andern Wirbelthieren (Schwein und Frosch) schmarotzen hie und da die sog. **Kratzer** oder **Hakenwürmer,** von denen einige Arten mikroskopisch klein sind. Zu dieser Sorte gehört z. B. der im Darm von Süsswasserfischen häufig vorkommende *Echinorhynchus proteus Westrumb.* (als Larve im *Gammarus).* Die Darmwandung von **Trüsche** *(Lota vulgaris Cuv.)* ist zuweilen von solchen Würmern wie besät, und liefern deren Hakenrüssel niedliche mikrosk. Bilder. Unter dem Mikroskop sehen wir einen farblosen, 0,5—1 cm langen, schlauch-

förmigen Körper (ohne Mund und Darm), der an seinem breitern Ende mit einem cylindrischen, zapfenartigen Rüssel versehen ist. Letzterer trägt zahlreiche, kräftige, rückwärts gekrümmte Widerhaken, die zum Anklammern

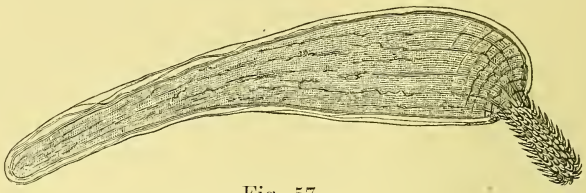


Fig. 57.
Kratzer (*Echinorhynchus proteus Westrumb.*).

an die Darmwand dienen. (Bleibender Einschluss in Harz oder Glycerin.) Derselbe kann in eine sog. Rüsselscheide, d. h. in einen in die Leibeshöhle hineinragenden Schlauch, zurückgestülpt werden.

25. Präparat: **Bandwurmköpfe und Bandwurmglieder.**

Um den Kopf des gemeinen **langgliedrigen Bandwurms** *(Taenia solium L.)* für das Mikroskop zu präpariren, schneiden wir das kugelige oder birnförmige Vorderende des Bandwurmkörpers, das etwa die Grösse eines kleinen Stecknadelknopfes besitzt, an seiner Basis mit einer Scheere durch, tingiren dasselbe mit einer schwachen Carminlösung und schliessen es hernach in Harz ein und zwar so, dass der ganze Kopf eine möglichst verticale Lage erhält, damit die Haftorgane, die am Scheitel des Kopfes sitzen, nicht zur Seite geschoben werden, sondern so viel als möglich in eine wagrechte Ebene fallen. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennen wir am Rande des Kopfes vier über das Kreuz gestellte, kreisrunde, muskulöse Saugnäpfe. Diese dienen lediglich zur Anheftung an der Wand des Darmkanals. In der Mitte des Scheitels zwischen den vier Saugnäpfen bemerken wir einen mehr oder minder vortretenden Zapfen (Stirnzapfen) u. an dessen Basis etwa 26

Fig. 58.
Bandwurmkopf (*Taenia solium L.*) (stark vergrössert.)

kleine, rückwärts gebogene Haken, die so neben einander gestellt sind, dass sie eine Art Kranz, den sog. Hakenkranz, bilden. Diese Haken bestehen aus Chitin und Kalksalzen und haben meist eine sichelförmige Gestalt. Sie stecken mit ihrem stumpfen Ende in Taschen und sind in zwei Reihen angeordnet, so dass die Haken des einen Cyclus in den Zwischenräumen des andern liegen. Die eine Reihe besitzt längere, die andere kürzere Haken. Zuweilen erscheinen Scheitel und Hakentaschen durch Pigment schwarz gefärbt. Mittelst jenes Hakenkranzes bohrt sich der langgliedrige Bandwurm fest in die Darmwand ein, und daher rührt es, dass dieser Schmarotzer so schwer abzutreiben ist. — Hat man nicht gerade einen langgliedrigen Bandwurm zur Verfügung, so kann man zum nähern Studium der Haftorgane auch die Larve desselben, d. h. die Schweinefinne, benutzen.

Neben dem langgliedrigen Bandwurm halten sich im Darme des Menschen hauptsächlich noch folgende zwei Bandwurmarten auf:

a) Der **breitgliedrige Bandwurm** *(Bothriocephalus latus Brems.)*. Hier hat der keulenförmige Kopf keine Haken, sondern nur zwei lange, spaltenartige Sauggruben.

b) Der **gestreifte Bandwurm** *(Taenia mediocanellata Küchenm.)*. Ziemlich häufig, dem langgliedrigen Bandwurm ähnlich. Kopf ohne Hakenkranz und Stirnzapfen, aber mit vier um so kräftigeren Sauggruben.

Zur mikroskopischen Untersuchung der Bandwurmglieder muss man durchaus ganz reife Glieder verwenden, und wählt man zu diesem Zwecke die hintersten, d. h. die ältesten Glieder, aus. Hält man diese gegen das Licht, so sieht man schon mit blossem Auge, wie der verschieden gestaltete Fruchthalter als dunkles Gebilde deutlich durchschimmert. Letzterer zeigt beim langgliederigen Bandwurm schon bei schwacher Vergrösserung eine baumartig verästelte Zeichnung und schliesst eine Unmasse kleiner, kreisrunder oder ovaler, dickschaliger Eier ein. Der Fruchthalter oder Eibehälter *(Uterus)* durchzieht das ganze Glied der Länge nach und stülpt sich nach beiden Seiten in 7—10 Aeste oder Schläuche aus. Letztere theilen sich wieder finger- oder kammförmig, und dadurch erhält das Ganze ein baumartig verzweigtes Aussehen.

Untersuchen wir ein reifes Glied vom breitgliedrigen Bandwurm (bleibender Einschluss in Harz), so erkennen wir im Innern des Eierstocks ebenfalls sehr viele Eier. Diese sind aber grösser als die vorigen, länglichrund und an den Enden mehr zugespitzt. Der schlingenförmig gewundene Fruchthalter stellt hier eine acht- bis zehnblättrige Rosette vor.

Anmerkung. Zur mikroskopischen Untersuchung empfehlen wir auch die sog. Essig- und Wasseräl chen *(Anguillula Ehrbg.)*. Letztere finden sich häufig in Teichen, Tümpeln, zwischen Moos, im Mastdarm des Frosches u. s. f.

26. Präparat: **Gemeines Räderthierchen** *(Rotifer vulgaris Oken).*

Das gemeine Räderthierchen, zu den Würmern gehörend, findet sich sehr häufig zwischen feuchtem Moos, namentlich aber im stehenden Wasser von Weihern und kleinen Teuchelrosen, wo es sich an Wasserfäden und Algen festsetzt. Eine ganz zuverlässige und reichliche Bezugsquelle von *Rotifer vulgaris* besitzen wir auch im Bachflohkrebs *(Gammarus pulex L.)*. Wir legen ein solches lebendes Krebschen in einem Tropfen Wasser auf den Objektträger und zergliedern dasselbe mit zwei Nadeln. In dem Präparat erkennen wir stets zahlreiche, grosse Räderthierchen, die, sobald sie ihre Freiheit erlangt, ihr reizendes Wimperspiel beginnen. Letzteres wird durch ein am Kopfe angebrachtes Räder- oder Wimperorgan erzeugt, welches aus zwei Hautlappen besteht, die am Rande mit einer Reihe von Wimpern (Cilien) besetzt sind. Durch das rasche Schwingen dieser Wimperhaare entsteht eine scheinbare Bewegung der runden Hautlappen, was auf uns den Eindruck eines um seine Achse sich drehenden Rades oder einer rasch rotirenden Schraube eines Schraubendampfers macht. Dieses interessante Phänomen zeigt sich dem staunenden Auge des Mikroskopikers meist nur einige Sekunden lang in voller Deutlichkeit. Während diesen kostbaren Augenblicken liegt das Räderthierchen, den gablig getheilten Fuss weit ausstreckend, völlig regungslos da. Der ganze Körper erscheint in die Länge gezogen; die innern Organe sowohl, als der rüsselartige Kopf mit den zwei roth pigmentirten Augen sind jetzt sehr schön sichtbar. Die schwingenden Wimpern erzeugen zwei entgegengesetzt gerichtete, kräftige Wasserstrudel, und man sieht, wie kleinere Pantoffelthierchen, Algen u. s. f. von den Wirbeln erfasst und dem Munde zugeführt werden, wo sie verschwinden, um nachher im Innern des Thieres wieder zum Vorschein zu kommen. Gleichzeitig kann man sich überzeugen, dass während des Wimperspiels die beiden halbkreisförmigen Kieferplatten aus Chitin (Kaugerüst) immer in Thätigkeit sind und sich zangenartig (in einer horizontalen Ebene) gegen einander bewegen. Auf einmal hört das scheinbare Drehen der Rädchen auf; Kopf und Fuss werden eingezogen, und das originelle Geschöpf nimmt nahezu Kugelform an. Später beginnt das Flimmerspiel von Neuem. Zuweilen können wir auch beobachten, dass das Räderthierchen plötzlich das Fussfernrohr einsteckt und ein Stück weit pfeil-

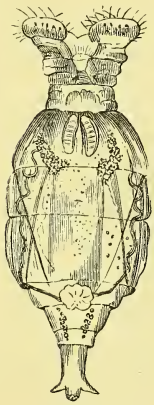


Fig. 59.
Gemeines Räderthierchen.

schnell davonschiesst, bis es sofort anhält und zu kriechen beginnt. Dieses Kriechen geht spannend (wie beim Blutegel) vor sich, indem es den Körper bald ausdehnt, bald zusammenzieht und sich abwechselnd mit Fuss und Kopf irgendwo festzuhalten sucht. Zur Ortsveränderung wird nicht nur der gegliederte Fuss (Schwanz), sondern auch das Räderorgan benutzt.

Mikroskopische Untersuchung von trichinösem Fleisch.

Die mikroskopische Untersuchung von Schweinefleisch auf Trichinen ist im Ganzen genommen sehr einfach, und reicht man mit einem Mikroskop von 60—100facher Vergrösserung und verhältnissmässig grossem Sehfeld vollständig aus. Besonders reich an Trichinen sind stets solche Muskeln, welche fast beständig in Thätigkeit sind. Hieher gehören die Muskeln der Augen, des Halses, des Kehlkopfs und des Zwerchfells; auch Brust- und Nackenmuskeln sind Lieblingsplätze der Trichinen, namentlich beim Uebergang von Muskeln in die Sehnen. Von einem solchen Fleischstück schneidet man sich mittelst einer feinen, spitzen Scheere dünne Scheibchen in der Längsrichtung der Muskelbündel heraus, bringt ein zartes Schnittchen auf den Objektträger, setzt einen Tropfen Wasser zu, zerfasert es mit zwei Nadeln und legt einen zweiten Objektträger darauf, den man kräftig gegen die Unterlage drückt, um die Fleischschicht möglichst dünn auszubreiten, und nun studirt man den zu einer zarten, transparenten Schicht ausgedehnten Fleischabschnitt bei 70-, höchstens 100facher Vergrösserung. Eine stärkere Vergrösserung würde wenig dienen, da es in diesem Falle zu viel Zeit erforderte, um Objekte von dieser Dimension in allen ihren Theilen zu untersuchen. Hätte ein Schnitt nur ganz wenige, vielleicht nur zwei oder drei Trichinen, so könnten sich dieselben bei Anwendung starker Systeme eher der mikroskopischen Beobachtung entziehen, als wenn wir uns einer schwachen Vergrösserung bedienen. — Ist eine Fleischpartie reich an Trichinen, so zeigt meist schon das erste daraus angefertigte Präparat mehrere dieser Fadenwürmer. In vielen andern Fällen aber, wo diese gefährlichen Parasiten spärlicher vorhanden sind,

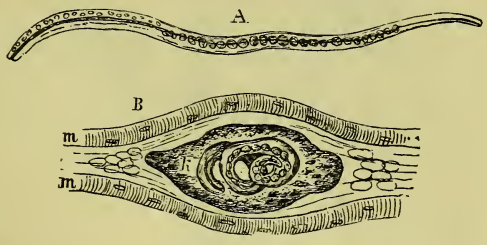


Fig. 60.
A Darmtrichine, *B* Eingekapselte Muskeltrichine, *m* Muskelfasern, *k* kalkige Kapsel.

muss man oft ziemlich viele Präparate machen, bis man auch nur eine einzige Trichine antrifft.

Hat man Schinken, gedörrtes Fleisch etc. auf Trichinen zu prüfen, so trennt man mit einem Rasirmesser in der Richtung der Längsfasern ganz dünne Scheibchen los und verfährt im Uebrigen, wie vorhin beschrieben wurde. Zur Aufhellung kann man Glycerin oder Aetzkalilauge hinzufügen. Sind die Trichinen stark verkalkt, so ersetzt man diese Flüssigkeiten durch einen Tropfen verdünnte Essigsäure. Diese löst nach kurzer Zeit die Kalksubstanz auf, so dass das eingeschlossene Thier mit absoluter Sicherheit erkannt zu werden vermag. (Freie Muskeltrichinen werden am besten in Glycerin, eingekapselte Thiere in Harz eingeschlossen.)

Anmerkung. In die Klasse der Würmer zählen wir auch die sog. **Moosthiere** oder *Bryozoen*, meist mikroskopisch kleine, polypenähnliche Geschöpfchen mit Speiseröhre, Magen, Darmkanal und Gangliensystem. Die Fangarme sind in der Vierzahl vorhanden und bewimpert. Die Körperwand besteht gewöhnlich aus zwei Schichten, deren äussere sehr oft pergamentartig oder durch Einlagerung von kohlensaurem Kalk starr und verknöchert ist. In dieses Kalkgehäuse kann sich der weiche Thierkörper polypenartig zurückziehen. Vermehrung durch Knospung oder Eier. Sämmtliche Bryozoen sind Wasserthiere; die Mehrzahl der Arten lebt im Meere. — Süsswasser-Bryozoen halten sich in Sümpfen und Teichen auf, wo sie an Wasserpflanzen, Pfählen etc. festsitzen und hier oft dicke, schwammähnliche Massen bilden. Sehr hübsche Objekte dieser Art treffen wir an Schilf, auf der Unterseite der Blätter von Laichkraut *(Potamogeton L.)*, Seerose *(Nymphaea L.)* etc. Als Beispiel erwähnen wir hier das niedliche Federmoosthierchen *(Plumatella repens L.)*, das man in unsern Teichen an den Blättern der Wasserlilien nicht selten findet und das sehr kleine, verzweigte Stöcke von zarter Hornsubstanz bildet. Jedes Thierchen wohnt in einer besondern röhrigen, sehr dünnen und durchsichtigen Zelle, in die es sich vollständig zurückziehen kann. Der Mund liegt zwischen zwei langen, fleischigen Fangarmen, welche federförmig bewimpert sind.

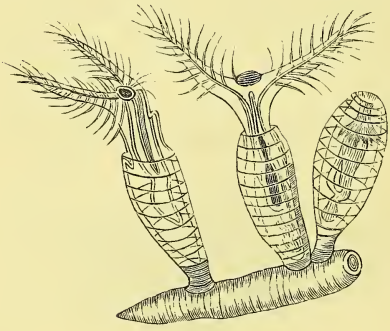


Fig. 61.
Federmoosthierchen (*Plumatella repens L.*).

27. Präparat: **Zunge von Weinbergsschnecke** *(Helix pomatia L.)*.

Die Schneckenzunge ist ein höchst interessantes Organ, indem sie gleichzeitig den Dienst einer wirklichen Zunge und denjenigen

der Zähne versieht. Während bei den meisten Thieren die Kauwerkzeuge in den Kiefern befestigt sind, sitzen die zahllosen Schneckenzähne auf der sehr beweglichen Zunge. Letztere ist von einer festen, derben Haut, der sog. Reibplatte oder Reibmembran *(Radula)* überzogen, in der mikroskopisch kleine, haken- oder zahnförmige Plättchen regelmässig in Querreihen eingefügt liegen. Diese bald feststehenden, bald beweglichen Zähnchen oder Häkchen machen die Oberfläche der Zunge hart und rauh; sie sind in ungeheurer Zahl vorhanden (bis 20,000) und zeigen bei den verschiedenen Schneckengattungen (ja sogar -Arten) eine verschiedene, aber stets charakteristische Gestalt und Grösse. Diese Zähnchen sowohl, wie die ganze Reibplatte bestehen aus Chitin und etwas Knochenerde.

Will man eine solche Reibmembran mit ihren Chitinplättchen für das Mikroskop zurichten, so schlägt man ungefähr folgendes Verfahren ein: Man verschafft sich einige Weinbergsschnecken und tödtet dieselben, indem man sie entweder unter Wasser erstickt oder sie in siedendes Wasser wirft und sie daselbst einige Sekunden lang liegen lässt. Alsdann packt man die abgebrühten Gehäuseschnecken mit einer starken Pincette und dreht sie aus der gewundenen Kalkschale heraus. Nachdem der Körper etwas erkaltet, schneidet man den Kopf ab, schlitzt denselben mit einem Skalpell der Länge nach auf und findet nun sehr leicht die muskulöse, löffelförmige Zunge heraus, welche hinten in ein langes, mit dem Schlundkopf in Verbindung stehendes Band übergeht. Bei grössern Schnecken lässt sich alsdann die Reibplatte ziemlich leicht mit einem Federmesser ablösen, wobei man aber selten die vollständige Membran erhält, sondern gewöhnlich nur Stücke derselben. Wünscht man jedoch in den Besitz einer zusammenhängenden Reibplatte zu gelangen, so leistet Behandlung mit kochender Aetzkalilauge gute Dienste. Die Muskulatur der Zunge löst sich in der Lauge schnell auf, während die Reibplatte mit ihrem Band als helle, durchscheinende, pantoffelförmige Membran zurückbleibt. Bevor man aber an den Einschluss in Harz gehen darf, ist das feine, durchscheinende Häutchen, das nach dem Auskochen noch zurückbleibt und mit der Reibplatte verbunden ist, sorgfältig zu entfernen,

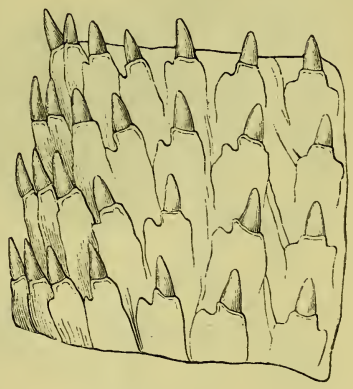


Fig. 62.
Zunge von Weinbergsschnecke.

da sonst einzelne Partien der Radula durch Ueberschlagen dieser Membran nicht genau studirt werden können. Beim Einlegen in das Harz hat man darauf zu achten, dass die doppelt gekrümmte, pantoffelartige Zungenhaut möglichst in eine Ebene ausgebreitet wird, was sich durch anhaltenden, starken Druck auf das Deckgläschen erzielen lässt. Noch besser mag es sein, wenn man die Reibplatte mit der Scheere in 2—3 Stücke zerschneidet und diese Abschnitte einzeln in Harz einbettet. Weit zweckmässiger ist es jedoch, die ungefärbte Radula in Glycerin aufzubewahren, weil die Erfahrung lehrt, dass die Schneckenzähnchen schon nach kurzer Zeit im Harz nicht mehr scharf zu Tage treten. Will man aber auf dem Harzeinschluss beharren, so ist es durchaus nothwendig, die Objekte zuvor in Carminlösung zu tingiren.

Anmerkung. Zur Demonstration der Gehörblasen verwenden wir die Eier von Süsswasserschnecken, etwa von der in allen Sümpfen und Teichen vorkommenden grossen Schlammschnecke *(Limnaeus stagnalis Müll.)*. Diese Schnecke legt (von Mai bis August) ihre Eier als zusammenhängende, wurstförmige, gallertartige und farblos durchsichtige Laiche an allerlei Gegenstände im Wasser (namentlich an Wasserpflanzen) ab. Die senfkorngrossen, durchschimmernden Eier zeigen uns deutlich einen langsam im Kreise rotirenden Embryo mit Gehörblase und Otolithen. (Vergrösserung 4- bis 500.) — Gehörblasen sind kleine, dünnhäutige mit einer wasserhellen Flüssigkeit (Gehörwasser) erfüllte Säckchen. Auf der Innenwand derselben finden sich zahlreiche, oft stäbchenförmige Hörhaare, welche die feinen Endigungen des in der ovalen oder kreisrunden Blase sich ausbreitenden Gehörnerven vorstellen. Im Innern der Blase liegen die sogenannten Ohrsteinchen, Gehörsteinchen oder *Otolithen,* kleine krystallinische Bildungen oder ein grösserer, rundlicher, oft geschichteter Kalkkörper, welche wesentlich mithelfen zur Verstärkung des Schalles. — Hat man selteneres Material zur Ver-

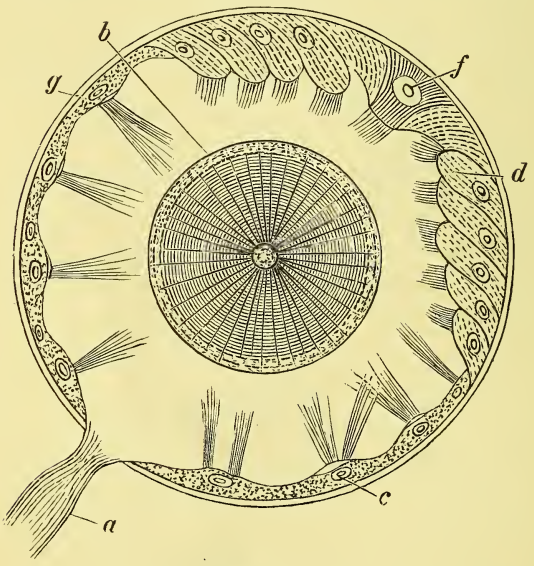


Fig. 63.

Gehörblase von Kielschnecke (*Pterotrachea*). *a* Gehörnerv, *b* Otolith, *c* Wimperzellen, *d* Hörzellen, *f* Centralzelle, *g* Blasenwand.

fügung, so eignen sich zur Demonstration der Gehörblasen namentlich *Mysis Latr.* (siehe Präparat 30, No. 1) und eine im Mittelmeer häufig vorkommende Kielschnecke *(Pterotrachea mutica Gegb.)*.

28. Präparat: **Süsswasserpolyp** *(Hydra L.)*.

Man unterscheidet zwei Arten von Süsswasserpolypen: Den grünen Armpolyp *(Hydra viridis L.)* und den braunen Armpolyp *(Hydra fusca L.)*. Beide finden sich zuweilen (nicht gerade häufig) in stehenden Gewässern (Teichen, Teuchelrosen, Gräben etc.), wo sie mit dem scheibenartig abgeplatteten Hinterende, dem sog. Fuss (Fussscheibe), an untergetauchten Wasserpflanzenblättern (Wasserlinsen) festsitzen. Um den höchst interessanten Armpolypen in allen seinen Bewegungen mit Musse unter dem Mikroskop studiren zu können, transportiren wir denselben in ein mit Wasser gefülltes, flaches Uhrschälchen oder noch passender auf einen Objektträger mit kreisförmig begrenzter, concaver Vertiefung. Die Aushöhlung bedecken wir mit einem grösseren Deckgläschen und können nun das Objekt auch bei starken Vergrösserungen (3—400) möglichst genau durchmustern. Solche Objektträger mit leichten concaven Ausschnitten sind gegenwärtig (zu 15—20 Cts. das Stück) überall leicht erhältlich, und eignen sich dieselben vorzüglich zur mikroskopischen Untersuchung von Polypen, Cyclopen, Muschelkrebschen, grösseren Infusorien, überhaupt von grössern mikroskopischen Wasserbewohnern, die auf dem gewöhnlichen Objektträger durch Druck auf die Deckplatte gar leicht Schaden leiden könnten. — Schon bei 50—80facher Vergrösserung erkennen wir bei *Hydra fusca* einen schwach braun oder gelb gefärbten, anfangs kugeligen Körper (bei *Hydra viridis* ist die innere Körperschicht durch Chlorophyll grün gefärbt), der sich aber bald zum Cylinder und schliesslich zu einem ziemlich dünnen Faden ausdehnt. Die sechs Fangarme, die

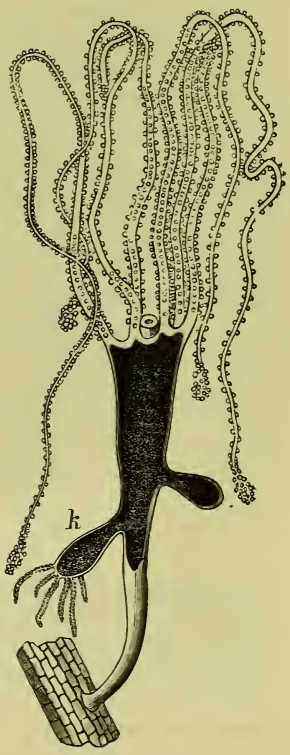


Fig. 63.
Süsswasserpolyp (*Hydra L.*), *k* Knospe.

den Mund radial umstellen, sind hier relativ dick und farblos. Bald dehnen sie sich zu ganz feinen Fäden aus, bald ziehen sie sich zu dickern Massen zusammen. Im zuerst genannten Zustande erscheinen sie mit zahlreichen Wärzchen besetzt. Sehr oft kommt plötzlich an der Seite des Körpers ein knospenartiger Auswuchs zum Vorschein (siehe Fig. bei *k*), der von Stunde zu Stunde an Grösse zunimmt, bis sich aus dieser Knospe nach kurzer Zeit ein vollständiges Individuum entwickelt hat. (Uebrigens vermehren sich die Polypen nicht nur durch Knospung, sondern auch noch durch Theilung und Eier.) Nach einigen Tagen löst sich der junge Polyp von seinem Mutterthiere los. — Studiren wir den Armpolypen in seiner Freiheit (etwa durch eine gute Loupe in einem Glas Wasser), so überzeugen wir uns leicht von seinen Ortsveränderungen. Obgleich er eine sitzende Lebensweise führt, so ist er doch keineswegs festgewachsen. Vielmehr löst er sich zuweilen von seiner Unterlage los und kriecht mit Hülfe der Arme und des Fusses nach Art des Blutegels (d. h. spannend) nach einer andern Stelle.

Will man speziell die Nesselkapseln beobachten, so ist hiezu eine starke Vergrösserung (3—400) erforderlich. Dann sehen wir in der äussern farblosen Körperschicht der Fangarme zahlreiche, kreisrunde oder birnförmige, dunkelgerandete Zellen, die in ihrem Centrum einen meist etwas dunklern Kern wahrnehmen lassen. Letzterer stellt den in mannigfachen Windungen aufgerollten Nesselfaden vor, der aus der Nesselzelle hervorgeschnellt werden kann, wenn das Thier seine Beute betäuben oder tödten will. Einen aus der Kapsel hervorgeschnellten Nesselfaden zu sehen, ist ein seltenes Ereigniss, indem das Thier in seiner engen Gefängnisszelle weder Lust noch Gelegenheit hat, seinen Hunger zu stillen. Dies kann allenfalls beobachtet werden in einer Uhrschale, worin mikroskopisch kleine Krebschen und Naïden, die Lieblingsnahrung der Polypen, enthalten sind. (Bleibender Einschluss in verdünntes Glycerin.)

29. Präparat: **Demonstration von Süsswasser-Infusorien.**

Infusorien finden sich namentlich da, wo organische Stoffe in Zersetzung übergehen, also in Pfützen, Teichen, Gräben u. s. f. Reines Quell- und Flusswasser ist meist sehr arm an solchen Kreaturen. Infusorien lassen sich gleichsam auch künstlich erzeugen. Giesst man auf irgend einen pflanzlichen Stoff, z. B. auf Heu, Stroh, Blätter etc. etwas Wasser und lässt diesen Aufguss unbedeckt einige Tage an der Atmosphäre stehen, so trübt sich das Wasser, und an der Oberfläche entsteht ein weisses Häutchen, das eine Menge von Infusorien enthält. Das gleiche Ziel wird auch erreicht, wenn man einen thierischen Stoff, z. B. einen Froschschenkel, einige Fliegen etc.

etliche Tage lang unbedeckt in einem Gefäss mit Wasser liegen lässt (prachtvolle, grosse Infusorien liefert z. B. ein Aufguss vom Fruchtfleisch und den Kernen der Gurke).

Will man während der wärmern Jahreszeit Infusorien unter dem Mikroskop untersuchen, so braucht man keineswegs zur künstlichen Erzeugungsart durch Aufguss seine Zuflucht zu nehmen. Vielmehr genügt es, aus irgend einem Tümpel, einer Teuchelrose, einem Sumpfe etc. einen Tropfen Wasser, mit Algen und andern Wasserpflanzen vermischt, herauszunehmen und auf den Objektträger zu transportiren. Dann sieht man zwischen den Algen neben Räderthierchen, Wasseräl chen u. s. f. schon bei mittlerer Vergrösserung stets eine grosse Anzahl von Infusorien verschiedener Art. Das bunte Treiben dieser Thierwelt gewährt wirklich einen überaus reizenden Anblick. Bald schiessen die zierlichen Geschöpfe pfeilschnell durchs Sehfeld dahin; bald halten sie plötzlich an und setzen das Wimperspiel ausser Thätigkeit; bald drehen sie sich im Kreise herum; bald wälzen sie sich. Wenn durch Verdunsten der Wassertropfen an Umfang abnimmt, so fliehen sie nach der Stelle, wo noch das meiste Wasser liegt. Sie schaaren sich immer mehr zusammen; ihre Bewegungen werden von Augenblick zu Augenblick langsamer, und wenn die Flüssigkeit zum grössten Theil in den luftförmigen Zustand übergegangen ist, so sehen wir die Infusorien im Centrum des ehemaligen Wassertropfens nahezu unbeweglich und dicht zusammengedrängt; sie lassen sich so mit Musse studiren. (Bleibender Einschluss wie bei Räderthierchen in stark verdünntes Glycerin. Nach Bachmann soll auch Holzessig gute Dienste leisten.) — Geben wir zum Schluss noch eine kurze Beschreibung von einigen ziemlich allgemein verbreiteten Infusorien. Als solche führen wir an:

1) **Das Pantoffelthierchen** *(Paramaecium aurelia O. Fr. Müll.)*. Dies ist eines der häufigsten Infusorien, das zwischen Algen und Wasserfäden in trübem Wasser stinkender Gräben und Teiche, sowie in vielen Aufgüssen massenhaft angetroffen wird. Das etwa 0,2 mm grosse Thierchen besitzt einen langgestreckten Körper mit einer Art Kerbe (Pantoffelform), ist überall mit feinen Wimpern besetzt, zeigt im Innern zwei sternförmige, contractile Blasen und schwimmt lebhaft und meist drehend umher.

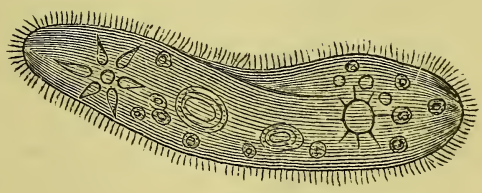


Fig. 64.

Pantoffelthierchen (*Paramaecium aurelia, O. Fr. Müll.*).

2) **Das gemeine Busen- oder Heuthierchen** *(Colpoda cucullus Ehrbg.)* findet sich in grosser Menge in Wasser, worin Heu einige Zeit gelegen und gefault hat. Es ist nierenförmig und zeigt einen busenförmigen Ausschnitt, der allein mit Flimmerhaaren bekleidet ist.

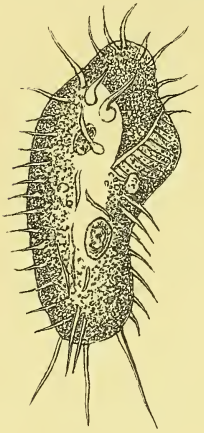


Fig. 65.
Muschelthierchen (*Stylonychia mytilus Ehrbg.*).

3) **Das Muschelthierchen** *(Stylonychia mytilus Ehrbg.)* hat annähernd die Form einer Miesmuschel und trägt neben wirbelnden Wimpern am Hintertheil des Körpers drei lange, unbewegliche Borsten. Es klettert und schwimmt ruck- und stossweise umher (allgemein verbreitet in stehendem Wasser).

4) **Die Glockenthierchen** *(Vorticella Ehrbg.)*. Diese sehr interessanten mikroskopischen Objekte sitzen in der Regel fest an Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen (z. B. an den Stengeln von *Chara fragilis)*, auf Steinen, Schwimmkäfern, Krustern, Wasserschnecken, Wassermolchen u. s. f., allwo sie sich dem unbewaffneten Auge wie ein weisser, grauer oder rother Schimmel präsentiren. Alle diese Infusorien bestehen aus zwei Theilen: aus dem eigentlichen, bald glashellen, bald verschieden gefärbten Körper und einem dünnen, contractilen Stiel, mittelst dessen das Thier polypenartig auf verschiedenen Gegenständen festgewachsen ist. Der eigentliche Thierkörper erscheint in Gestalt eines Glöckleins oder eines Bechers, dessen Mündung mit Wimpern umkränzt ist. In dem hohlen Stiele bemerken wir einen feinen Faden, eine Muskelfaser, durch deren Thätigkeit der Stiel bald ausgestreckt, bald spiralig zusammengerollt werden kann. — Eine ganz zuverlässige und sehr ergiebige Bezugsquelle von *Vorticellen* besitzen wir in dem Pflasterepithel-Präparat von *Tritonen* (siehe pag. 71). In jedem Epithelfetzen erkennen wir mit Leichtigkeit 6—8 Vorticellen-Colonien, von denen jede 4—6 und noch mehr der reizenden Individuen aufweist, deren Fäden sich von Zeit zu Zeit spiralig zusammenziehen und bald darauf wieder ausschnellen.

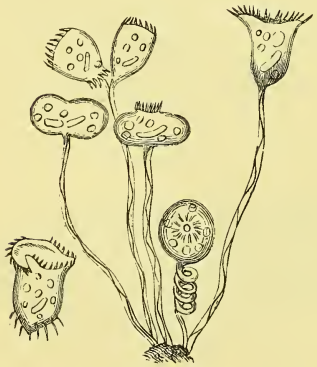


Fig. 66.
Glockenthierchen (*Vorticella*).

Anmerkung. Zur Demonstration von nackten, lebenden Wurzelfüssern (Rhizopoden) verwenden wir die **Amoeben** oder **Wechselthierchen,** die in der Erde, im Sande, namentlich aber im Süsswasser vorkommen. Durchmustert man bei ganz starker Vergrösserung (4—500) einen Tropfen vom Bodensatz irgend eines stehenden Gewässers (Tümpel, Torfmoor etc.) oder den Satz aus Aufgüssen verschiedener Art, so wird das Auge oft durch sehr kleine, durchsichtige und farblose Schleimklümpchen gefesselt, die jeden Augenblick ihre Gestalt verändern. Bald zieht sich jene belebte Gallertmasse zu einem unförmigen Klumpen zusammen, bald streckt sie verschieden gestaltete (oft wurzelartige, gelappte oder fingerförmige) Fortsätze hervor, ähnlich den Armen eines Polypen oder den Hörnern einer Schnecke. Durch diese Gestaltsveränderungen wird es dem Wechselthierchen möglich, den plumpen, gallertartigen Körper fortzuschieben. Die Bewegung ist aber stets nur eine sehr langsame. Das Körperparenchym besteht aus heller, zäher Rindenschicht und körniger, flüssiger Marksubstanz und umschliesst einen oder mehrere Kerne. Dagegen vermissen wir jedwede Organe, sogar eine Haut. Eine Amoebe ist eigentlich nichts anderes als eine thierische Zelle mit deutlichem Plasma und Kern, aber ohne Membran. (Eine Amoeben-Art, *Amoeba porrecta Schultze.*, findet sich häufig im Mastdarm des Frosches.)

30. Präparat: Selteneres zoologisches Material, zu mikroskopischen Dauerpräparaten geeignet.

Selteneres zoologisches Material, zu mikroskopischen Dauerpräparaten geeignet (Einschluss in Harz), aus den Abtheilungen der Krebse, Würmer, Mollusken, Stachelhäuter, Darmlosen und Urthiere kann zu billigen Preisen jederzeit durch Professor Dr. C. Keller in Zürich bezogen werden. Als mehr oder minder instruktive, zum Theil sehr reizende Objekte führen wir etwa folgende an:

1) **Gehörorgan im Schwanz von Mysis Latr.** Dieses kaum 1 cm grosse Krebschen aus der Unterordnung der Spaltfüsser findet sich massenhaft im Atlantischen Ocean und den nördlichen Meeren. (Zwei ziemlich grosse, ovale Gehörblasen mit geschichtetem Otholiten und zahlreichen, gekrümmten, stäbchenförmigen Hörhaaren — Vergrösserung 2—300.)

2) **Lanzettförmiger Leberegel** *(Distomum lanceolatum Mehlis.).* Lebt in den Gallengängen des Schafes und anderer Hausthiere. — Zwei kreisrunde oder ovale Saugnäpfe (Mund- und Bauchnapf) — baumartige Verzweigung des Fruchthalters mit zahllosen kleinen, ovalen Eiern.

3) **Kopf der Schafsfinne oder Quese** *(Coenurus cerebralis)* — im Gehirn junger Schafe. — Hakenkranz. Haken (24—32) schwach gekrümmt, in zwei Reihen und abwechselnd von verschiedener Stärke.

4) **Moosthiere.** Objekt: *Cellularia avicularia.* Zellen mit mehreren geraden Stacheln oder Hörnern. Vogelkopfähnliches Greiforgan mit Schädel, Ober- und Unterkiefer.

5) **Saugfüsschen von Seeigel.** (Von lebenden Exemplaren oder von Spirituspräparaten zu entnehmen.) Saugscheibe aus Kalk von zelligem, oft sehr zierlichem Bau.

6) **Greifzangen** *(Pedicellarien)* **von Seeigel.** Diese zeigen einen festen, kalkigen Stiel, auf dem eine weiche, elastische Scheide sitzt, die in 2—4 an der Innenseite gezähnte Kalkstücke endigt (Zange).

7) **Kalkanker aus der Haut einer Seewalze.** Objekte: *Synapta digitata Mntg.*, oder *Synapta Beselii Jäg.;* theils zierliche, regelmässige Anker, theils siebartig durchlöcherte Platten (Kalkrosetten) mit Querbügeln, theils Verbindungen der Kalkanker mit ihren Platten.

8) **Kalkkörper einer Rindenkoralle** *(Gorgonidae).* Kalkschuppen der Rindenschicht spindelförmig, kreuzförmig mit vielen Auswüchsen. Die durchsichtigen Kalkspindeln erscheinen farblos, grün, gelb, braun oder purpurroth. (Abkratzen mit einem Federmesser.)

9) **Querschnitt durch einen Kalkschwamm** *(Sycandra raphanus O. S.* oder *Leucandra)* Tinktion der Schnitte mit Carmin: neben längern, ungetheilten Kalknadeln sehen wir zahllose, dreitheilige Nadeln, sog. Dreistrahler.

10) **Kieselgebilde von Spongien.** Die Kieselkörper zeigen folgende Formen: einfache Nadeln mit zugeschärfter Spitze, Kugeln, Anker, Kieselkrücken, Kieselsterne, Keulen, Kreuze u. s. f. (Object: *Geodia gigas O. S.).*

11) **Quallenpolypen** *(Hydroiden).* Sehr hübsche mikroskopische Objekte liefern manche Polypen aus den Familien der Glockenpolypen *(Campanularien:* mit Brutkapseln), der Röhrenpolypen *(Tubularien)* und der Federpolypen *(Plumularien)* (schwach mit Carmin tingirt).

12) **Foraminiferen.** Ihre Schalen bestehen aus Kalk, sind ein- oder vielkammerig und zeigen auf ihrer Oberfläche zahlreiche, feine Poren. (Einschluss in eine hohe Lack- oder Kautschukzelle; Befestigung auf schwarzem Grund; auffallendes Licht.)

13) **Schliff durch einen kleinen Nummuliten** (Loupenobjekt). Hinreichend dünner Schliff präsentirt 14—18 dicht neben einander liegende, spiralige Umgänge (Windungen) mit zahlreichen, durch schiefe Querwände getrennten Kammern. Auf der Oberfläche viele kleine Poren!

14) Gitterthierchen *(Radiolarien* oder *Polycystinen)*. (Objekte aus dem Polycystinen-Mergel von Barbados). Netzartig gegittertes Kieselscelett von unübertrefflicher Zierlichkeit (Helme, Blumenkörbe, Becher, Vogelbauer, Fischreusen u. s. f.).

B. Pflanzenreich.

1. Phanerogamen.

Allgemeines über die mikroskopische Untersuchung der Phanerogamen.

Die mikroskopische Untersuchung phanerogamischer Pflanzenorgane bietet im Allgemeinen viel mehr Schwierigkeiten als die des Thierkörpers, weil hier in den meisten Fällen sehr dünne Schnitte in verschiedenen Richtungen zu führen und diese Schnitte zur dauernden Aufbewahrung fast ohne Ausnahme in Glycerin einzuschliessen sind. Nur verhältnissmässig wenige Objekte festerer Struktur (wie z. B. Schnitte durch Tanne, Eiche, Ahorn, Linde, durch derbe, lederartige Blätter etc.) lassen sich mit Vortheil auch in Harz einbetten. Weitaus die meisten pflanzlichen Gebilde bedürfen zur mikroskopischen Beobachtung der Aufhellung durch möglichst indifferente Medien, und zwar bedient man sich zur vorübergehenden Untersuchung botanischer Präparate meist gewöhnlichen Quellwassers oder des verdünnten Glycerins.

Bei einigen wenigen Pflanzenorganen (z. B. den fleischigen Blättern von *Sedum, Sempervivum* u. s. f., ferner bei saftigen Früchten, z. B. Himbeere, Erdbeere etc.) ist der Zusammenhang der Zellen ein ganz lockerer, so dass die Elementarorgane schon durch schwachen Druck auf das Deckgläschen isolirt d. h. von einander getrennt werden können. In weitaus den meisten Fällen dagegen hängen die Zellen mit ganz bedeutender Kraft zusammen, so dass es gewisser künstlicher Trennungsmittel bedarf, um das Pflanzengewebe in seine Elemente zu zerlegen oder dasselbe zu maceriren. Ein ganz einfaches Lockerungs- oder Macerationsverfahren besteht darin, dass man ganz kleine Stücke der betr. Pflanzen in Wasser der Fäulniss aussetzt. Bei manchen Gegenständen (namentlich bei weichern, lockern Organen) erfolgt die Isolirung oder Abtrennung der Zellen schon nach einigen Tagen; andere dagegen brauchen hiezu mehrere Wochen. Diese Methode kann deshalb mit Vortheil prakti-

zirt werden, weil die einzelnen Elemente durch sie in der Regel keine wesentliche Veränderung erfahren. — Bestehen dagegen die zu lockernden Gewebe aus stark verholzten Zellen (z. B. Holzzellen von Tanne), so muss man zu einem andern Verfahren seine Zuflucht nehmen: Man legt zarte Schnitte in verdünnte Aetzkalilauge ein und bringt Letztere über einer Spiritusflamme zum Kochen. Nur darf das Objekt nicht allzulange in der Lauge liegen, da sonst diese zersetzend einwirkt. Hierauf wäscht man die Schnitte in reinem Wasser aus, entwässert sie in Alkohol und schliesst sie endlich in Harz ein. — Eine weitere, von Botanikern häufig angewandte Macerationsmethode wird in der Art ausgeführt, dass man das fragliche Gewebe mit kochender Salpetersäure, der man etwas chlorsaures Kali zusetzt, behandelt.

Nur selten sind die zu untersuchenden Pflanzenorgane ohne Weiteres zur mikroskopischen Wahrnehmung geeignet. Weitaus in den meisten Fällen müssen die botanischen Objekte zuerst einer gewissen Präparation unterstellt werden, die theils in Zerfasern (Zerzupfen), theils in Maceriren, theils in der Anfertigung diverser Schnitte besteht. Solcher Schnitte werden gewöhnlich drei ausgeführt: ein Querschnitt und zwei Längsschnitte (Radial- und Tangentialschnitt). Der Querschnitt ist senkrecht zur Längsachse des Objektes gerichtet und soll möglichst zart, zusammenhängend und überall von gleicher Dicke sein. Der Radialschnitt muss durch die Achse geführt werden, d. h. mit den Markstrahlen parallel laufen. Er soll vom Mark aus durch den Holzring, den Bast und die Rinde gehen. Nur bei dünnen Stengeln oder Zweigen wird es möglich sein, einen solchen Schnitt als zusammenhängendes Ganzes zu erhalten. In der Regel wird man mehrere Schnitte anfertigen müssen, bis man dieses Ziel nur theilweise erreicht. Der Tangentialschnitt läuft parallel zur Achse, d. h. er kreuzt die Markstrahlen. Schnitte nach andern als den genannten Richtungen (schräg zur Längsachse etc.) finden nur ausnahmsweise Beachtung. — Oftmals handelt es sich auch darum, aus dem Schnitte alle jene Substanzen zu entfernen, welche die Strukturverhältnisse mehr oder weniger verdecken oder verdunkeln, überhaupt störend auf die Beobachtung einwirken. Dahin gehören: atmosphärische Luft, Stärke, Blattgrün, Harze, Oele, Krystalle etc. Das am häufigsten vorkommende Verunreinigungsmittel, nämlich die atmosphärische Luft, wird am leichtesten dadurch entfernt, dass man die frischen Präparate für ganz kurze Zeit in absoluten Alkohol legt. Noch besser erreicht man diesen Zweck, wenn man die Schnitte in Alkohol kocht. Sollte der Alkohol störend auf den Inhalt der Gewebe einwirken, so bringe man die Schnitte einige Stunden oder Tage lang in ausgekochtes Wasser oder in Glycerin. — Um Harze und Oele zu beseitigen, wendet

man am besten Benzin oder Aether an. — Das Chlorophyll entfernt man durch längeres Einlegen in absoluten Alkohol. — Amylum sucht man durch Behandlung mit Salzsäure auf die Seite zu schaffen, welche Säure die Stärkekörnchen auflöst. — Führen diese eben bezeichneten Hülfsmittel nicht zum Ziele, so leistet oft das sog. Auspinseln des Präparates gute Dienste. Es ist diese Manipulation aber nur da anzuwenden, wo der Schnitt die erforderliche Festigkeit besitzt, um nicht beschädigt zu werden. Man verfährt dabei so, dass man das Präparat reichlich mit der betr. Flüssigkeit umgibt und durch senkrechtes Tupfen mit einem feinen Haarpinsel so lange bearbeitet, bis es hinreichend aufgehellt erscheint.

31. Präparat: **Behandlung der Cellulose mit Jod und Schwefelsäure.**

Die Zellhaut stellt in ihrer Jugend ein äusserst zartes, wasserhelles, durchsichtiges und porenloses Häutchen vor, das aus einem eigenthümlichen Stoff, dem Zellstoff oder der Cellulose,*) besteht. Letztere wird durch gleichzeitige Einwirkung von Jod und Schwefelsäure schön blau gefärbt und lässt sich daran leicht erkennen. Zu diesem sehr hübschen und lehrreichen Experiment verwenden wir zweckmässig die grossen, leicht zu isolirenden Zellen aus dem Fruchtfleisch der reifen Erdbeere oder Himbeere. Wir bringen eine ganz kleine Portion des Fruchtbreies auf einen Objektträger und betupfen das Präparat mit einem Tröpfchen wässeriger Jodlösung. Nach einigen Sekunden setzen wir mittelst eines Glasstabes etwas schwach verdünnte Schwefelsäure (3 Theile englische Schwefelsäure und 1 Theil Wasser) hinzu und bedecken das Ganze rasch mit einem grossen Deckgläschen, auf das wir einen leichten Druck ausüben. Nach einigen Stunden beobachten wir Folgendes: Die Zellmembran hat eine schön hell- bis dunkelblaue Färbung angenommen, während das körnige Protoplasma sich von der Zellwandung weit zurückgezogen hat und mit braungelber Farbe durch Letztere hindurchschimmert. Der etwas excentrische bis wandständige, grosse Zellkern erscheint vollkommen dunkelbraun. Die Cellulose wird hier durch die Schwefelsäure in Amyloïd umgewandelt, welches mit Jod eine ähnliche blaue Verbindung bildet, wie Amylum (Stärkemehl).

32. Präparat: **Das Protoplasma und seine Bewegung.**

Das Plasma besteht im Wesentlichen aus Wasser und aus einer farblosen, durchsichtigen und klaren organischen Verbindung,

*) Zellstoff oder Cellulose ($C_6H_{10}O_5$) ist ein aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehender organischer Körper, der zu den sog. Kohlenhydraten gehört. Gewisse Papiersorten (z. B. Filtrirpapier) bestehen aus fast reinem Zellstoff.

einem Eiweissstoffe. In dieser klaren Grundsubstanz sind gewöhnlich viele, kleinere und grössere Körnchen, die sog. Plasmakörnchen oder Plasmamolecüle (wahrscheinlich sind dies kleine Fetttröpfchen), vertheilt, wodurch sie ein körniges, trübes Aussehen erhält. (Zur Demonstration der Plasmakörnchen kann man das Fruchtfleisch einer reifen Erdbeere — mit Wasserzusatz — verwenden — 3—400fache Vergrösserung.) Nach aussen hin ist die Plasmamasse stets vollständig abgegrenzt und zwar durch eine Art Häutchen oder besser durch eine Plasmaschicht, die sich von der innern Masse durch den Mangel der Körnchen, durch grössere Dichtigkeit und Durchsichtigkeit unterscheidet. Nach innen zu geht diese Hautschicht des Plasmas, welche nach H. v. Mohl auch Primordialschlauch oder Plasmasack genannt wird, allmälig in die körnige Masse über. Sie ist ausserordentlich dünn und findet sich nur in ganz jungen Zellen; sie schliesst sich eng an die primäre Zellhaut an und kann deshalb ohne weitere Präparation auch nicht gesehen werden. Behandelt man dagegen die Zelle mit Alkohol, so trennt sich die körnige Plasmamasse von der Zellhaut los; sie zieht sich wie ein geschlossener Sack zusammen, und dadurch kann der Primordialschlauch zur Anschauung gebracht werden.

Im Plasma findet sich eine grössere oder geringere Anzahl durchsichtiger Räume, die wir Zellsafträume oder Vacuolen nennen. Dieselben sind mit einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit, dem Zellsaft, angefüllt und werden von einander durch bandförmige Protoplasmamassen (Protoplasmabänder) getrennt. Bald verschwinden sie plötzlich, bald werden sie allmälig kleiner, bald kommen neue Vacuolen aus dem Plasma zum Vorschein (bei Behandlung mit Alkohol schrumpfen sie gleichfalls zusammen). — Der Hauptbestandtheil des Zellsaftes ist Wasser, in dem mineralische Bestandtheile, Inulin etc. gelöst sind.

Das Protoplasma (Plasma) befindet sich in jungen, lebensthätigen Zellen stets in Bewegung, und zwar schliessen wir diese aus den Ortsveränderungen der Blattgrün- und Plasmakörnchen. Jene Bewegungen sind theils blosse Rotationen längs der Zellwand, theils eigentliche Circulationen mit Bildung von zahlreichen, oft wechselnden Strömen von verschiedener Stärke und unregelmässiger Verzweigung. — Die Rotation des Plasmas lässt sich sehr schön beobachten in den Blattzellen der schraubenförmigen Vallisnerie *(Vallisneria spiralis L.)*. Fertigen wir uns mit dem Rasirmesser einen zarten Längsschnitt durch ein frisches Blatt, so erkennen wir unter dem Mikroskop rechteckige Zellen, die einen grossen, wandständigen Zellkern, zahlreiche Chlorophyllkörner und ein vollständig klares Protoplasma einschliessen. Letzteres befindet sich in rotirender Bewegung, und zwar bewegt sich dasselbe längs der Zellwand

stets in der gleichen Richtung langsam vorwärts. Der Strom ist also in sich selbst geschlossen (ohne kleinere, innere Ströme); er fliesst in derselben Zelle stets nach der nämlichen Seite und führt sowohl den Zellkern, wie die vielen Blattgrünkörnchen mit sich fort. Aehnliche rotirende Bewegungen treffen wir in den Zellen der Armleuchter *(Nitella Agardh.)*, sowie in Haargebilden, so in den Wurzelhaaren vom gemeinen Froschbiss *(Hydrocharis morsus ranae L.)*. Um die Circulation des Protoplasmas wahrzunehmen, untersuchen wir (in Wasser) verschiedene Haargebilde, so z. B. die Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica L.*, die Brennhaare der Brennnessel, die Fruchtknotenhaare der Nachtkerze *(Oenothera biennis L.)* u. s. f. Namentlich ist es das zuerst erwähnte Object, welches uns die Plasma-Circulation in sehr schöner und überzeugender Weise zeigt. Wir entdecken in einem solchen Präparat neben dem der innern Wandseite entlang stattfindenden Hauptstrom eine Menge kleiner, quer durch die Zelle verlaufender Strömchen (Querströme), die sich gar mannigfach kreuzen und ihre gegenseitige Lage jeden Augenblick verändern. Die Bewegung erscheint als eine ziemlich regellose, bald vor-, bald rückwärts schreitende. Die Geschwindigkeit ist ebenfalls nicht constant; im Allgemeinen darf sie eine geringe genannt werden. Häufig hört die Strömung ganz auf, um später mit veränderter Geschwindigkeit wieder zu beginnen. Am lebhaftesten erscheint sie an warmen, klaren Tagen. (Das Strömen des Plasmas wurde 1772 von Corti entdeckt.)

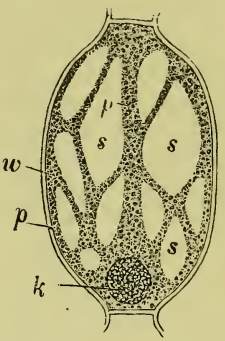


Fig. 67.

Zelle aus einem Staubfadenhaar von *Tradescantia virginica L.* (Circulation des Protoplasmas zeigend). *w* Zellhaut, *p* Protoplasma, *s* Zellsafträume (*Vacuolen*), *k* Zellkern.

33. Präparat: Chlorophyll oder Blattgrün.

Fertigen wir einen zarten Querschnitt durch irgend ein Cactus-Blatt an und studiren denselben in Wasser unter dem Mikroskop, so sehen wir namentlich längs der Innenwand der kugeligen Zellen zahlreiche, gelblich-grün gefärbte Körnchen von länglich-runder Gestalt. Dies ist das Blattgrün, Pflanzengrün oder Chlorophyll. Bringen wir jenen Schnitt einige Stunden lang in absoluten Alkohol, so erscheinen die Körnchen nach dieser Zeit vollkommen farblos. Der Farbstoff hat sich im Alkohol gelöst, während die Chlorophyllkörnchen selbst Gestalt und Grösse beibehalten haben. Der Alkohol nimmt dabei eine deutlich grüne Färbung an. — Das

Blattgrün findet sich in allen grünen Pflanzentheilen (bei sämmtlichen Pflanzen mit Ausnahme der Pilze): im Laubblatt, im Stengel, im unreifen Fruchtknoten (dagegen fehlt es in der Wurzel). Daher ist es sehr leicht, jenen Farbstoff zu demonstriren. Jeder Blatt- oder Stengel-Querschnitt präsentirt uns die charakteristisch gefärbten Körner in verschiedener Menge, Gestalt, Grösse und Stellung. Sehr hübsche Blattgrün-Objekte liefern z. B. frische Präparate von *Spirogyra*, *Zygnema*, *Closterium*, sodann Vorkeime von Moosen und Farn, junge Moosblättchen etc. Bei den meisten Pflanzen haben die Chlorophyllkörnchen eine kugelige, ellipsoidische oder eiförmige Gestalt; seltener erscheint das Blattgrün in Form von Bändern oder in nicht bestimmt gestalteten Flocken. Bei der Spiralbandalge *(Spirogyra Link.)* z. B. haben sich die grünen Farbkörnchen zu einem spiralig gewundenen, am Rande etwas gezackten Bande gruppirt (siehe Fig. bei Cryptogamen). — Grösse, Zahl und Stellung der Körner variiren sehr. Manche Zellen enthalten nur wenige, bisweilen nur ein einziges, dann aber sehr grosses Chlorophyllkorn (Algen); für gewöhnlich beherbergt aber eine Zelle viele derselben. Diese liegen entweder in der Nähe der Zellwand oder im Zellmittelpunkt, oder sie füllen den ganzen Zellraum an (siehe Fig. Schliesszellen im Querschnitt).

Anmerkung. Woher rühren die gelben, rothen, blauen, violetten und weissen Farben der Blumenblätter? Um diese Frage zu beantworten, legen wir ganz feine Quer- oder Tangentialschnitte. Machen wir diesen Versuch z. B. bei einem Feuerlilienblatt, so sehen wir in den langgestreckten Zellen zahlreiche, safrangelbe, dem Chlorophyll ähnliche Körnchen. Dieser ungelöste Farbstoff, der sich in allen gelben und orangefarbigen, d. h. gelbrothen, Blumenblättern vorfindet, heisst Blattgelb. Ganz anders verhält es sich mit blau und violett. Diese Farben haben ihren Grund meist in einem charakteristisch gefärbten Zellsaft. Auch der rothe Farbstoff findet sich fast immer in gelöstem Zustande vor. Die weisse Farbe der Blüthen hängt davon ab, dass die betr. Zellen mit Luft gefüllt sind und dadurch das ganze auf sie fallende Licht zurückwerfen. (Man untersuche z. B. die Blumenblätter von Vergissmeinnicht, Pfingstrose, Waldstorchschnabel u. s. f.).

34. Präparat: **Stärkekörnchen** *(Amylum)* **und Kleber.**

A. Amylum. Wir machen mittelst des Rasirmessers einen feinen Schnitt durch eine Kartoffelknolle und bringen denselben in einem Tropfen Wasser auf den Objektträger. Hernach nehmen wir den Schnitt heraus und durchmustern die etwas getrübte Flüssigkeit unter dem Mikroskop. Schon bei mässiger Vergrösserung erkennen wir, dass jene Trübung des Wassertropfens von einer grossen Anzahl kleiner Körner herrührt, die im flüssigen Medium suspendirt sind. Diese Körner, Stärkekörner genannt, besitzen hier eine ellipsoidische oder eiförmige Gestalt und zeigen eine verschiedene

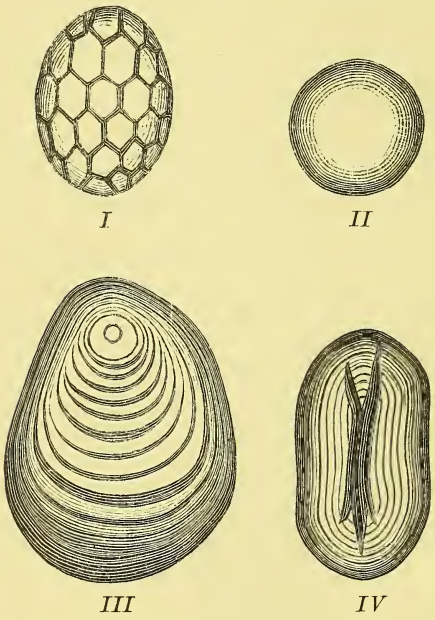
Grösse. Studiren wir das Objekt bei stärkerer Vergrösserung (2—300), so sehen wir, wie jedes einzelne Stärkekorn aus vielen, gleich den Schalen einer Zwiebel übereinanderliegenden, sich gegenseitig umschliessenden Schichten besteht, die um einen sphärischen Kern gelagert erscheinen. Letzterer stellt ein sehr kleines, kreisrundes, etwas dunkleres Fleckchen vor und besitzt meist eine ziemlich excentrische Stellung. Manchmal existiren in dem nämlichen Körnchen auch zwei Kerne. Der Kern sowohl, als die Schichten treten weit deutlicher zu Tage, wenn wir obigem Präparat ein Tröpfchen Essigsäure zusetzen und gleichzeitig zur schrägen Beleuchtung unsere Zuflucht nehmen. (Die Schichtung der Stärkekörner ist eine Folge eines mehr oder minder grossen Gehaltes der Schichten an Wasser, wie man daraus erkennen kann, dass ganz trockene Amylumkörner durchaus ungeschichtet sind.) — Fügen wir zu vorigem Präparat ein Tröpfchen Jodtinktur, so nehmen die Körnchen sofort eine schön indigoblaue Färbung an (Jod ist also ein Reagens auf Amylum). Bei diesem Experiment darf die angewandte Jodmenge nicht allzu reichlich sein, sonst werden die Körner zu dunkel (fast schwarz), und die Schichtung ist alsdann nicht mehr zu erkennen.

Die Amylumkörner lagern sich in besonders grossen Mengen in Zwiebeln, Knollen, Wurzelstöcken, in Samen, überhaupt in solchen Organen ab, welche bei erwachender Vegetation die Ausgangspunkte bedeutender Neubildungen von Zellen sind. Ihre Form ist mannigfach: es gibt ellipsoidische, eiförmige, kugelige, linsenförmige, knochen- und stabförmige etc. Hie und da trifft man auch Kugelausschnitte (Herbstzeitlose) und ganz unregelmässig polyedrische Formen an. So verschieden indess die Stärkekörnchen in Bezug auf Form und Grösse sind, so ist ihre äussere Gestalt für die einzelne Pflanze doch stets charakteristisch, so dass man mit Hülfe des Mikroskops im Stande ist, zu bestimmen, von welcher Pflanze ein gewisses Stärkemehl abstammt. — Bei vielen Stärkekörnern treffen wir eine sog. Centralhöhle, von der oft strahlenartige Fortsätze, Risse genannt, nach aussen zu abgehen, welche Risse, da sie meist mit Luft erfüllt sind, bei durchfallendem Licht vollkommen dunkel erscheinen. Das Gleiche gilt auch von der Centralhöhle. Centralhöhle und Risse entstehen durch innere Spannungen bei Austrocknung der Stärkekörner in Folge Wasserverlustes. — Die Amylumkörner kann man eintheilen in einfache und zusammengesetzte. Die Letztern (Hafer, Mais) bestehen aus vielen kleinen, miteinander verbundenen Körnchen (polyedrisch), die durch Druck leicht von einander zu trennen sind.

Besprechen wir zum Schluss in Kürze noch einige Amylum-Präparate. Bei der mikroskopischen Untersuchung der betr.

Objekte verfahren wir, wie wir es vorhin bei der Kartoffelknolle gezeigt haben. Bei den Getreidearten, sowie bei Reis, Mais u. s. f. kann man entweder das entsprechende Mehl mikroskopisch untersuchen oder man verschafft sich ganz reife Samenkörner, nimmt eine ganz kleine Portion hievon und zerkleinert dieselbe mit einem Messer zu einem zarten Pulver.

1) Stärkemehl aus dem Milchsaft von Cypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias L.*). Amylumkörner hellglänzend, scharf abgegrenzt, stäbchenförmig, in der Mitte etwas verdickt, an den Enden mit gekrümmten Konturen. Hie und da auch Körner in Form von Röhrenknochen (mit zwei Kugeln an den Enden).



I *II* *III* *IV*

Fig. 68.
Amylumkörner: *I* Hafer, *II* Weizen, *III* Kartoffel, *IV* Bohne.

2) Stärkemehl von Bohne (Samenkern). Körner eirund oder oval mit sprungartiger Centralhöhle und 3—4 dunkeln, radialen Rissen. Deutliche Schalenbildung. Schichten zahlreich und von gleicher Dicke.

3) Amylum aus der Tulpenzwiebel. Körner durchgehends eiförmig, etwas stark zugespitzt. Schichtung sehr deutlich sichtbar. Schichten von ungleicher Dicke (wie Kartoffel).

4) Stärkemehl vom Reiskorne. Hübsches Objekt. Stärkekörner sehr klein, durch gegenseitigen Druck abgeplattet und eckig, so dass sie kleinen, polyedrischen Krystallen gleichen.

5) Amylum von Mais. Körner oval, zusammengesetzt.

6) Stärkemehl aus verschiedenen Getreidearten.

a. Weizen: Körner einfach, fast kreisrund, zeichnen sich durch ihre Grösse aus. Schichtung nicht sichtbar.

b. Hafer: Körner oval, zusammengesetzt. Einzelne Theilkörnchen polyedrisch, sehr klein, ohne Schalen.

c. Roggen: Verhältnissmässig grösste Stärkekörner unter allen Getreidearten. Korn kreisrund mit 3—5 radialen Rissen, Schichtung nicht leicht sichtbar.

d. Gerste: Körner dem Weizen ähnlich, aber 3—4mal kleiner.

B. Proteïnkörnchen (Kleber). Ein zarter Schnitt durch den Samenkern einer Bohne zeigt uns bei ca. 300facher Vergrösserung folgendes Bild: In der nämlichen Zelle kommen Stärke- und Klebermehlkörnchen nebeneinander vor und zwar das Amylum in Gestalt ziemlich grosser, geschichteter, ovaler Körner (mit Rissen), der Kleber in Form von äusserst kleinen Körnchen, welche ganz nahe beisammen stehen und den innern Zellraum sozusagen ausfüllen. Sie sind ungeschichtet. Fügen wir dem Präparat ein Tröpfchen Jodtinktur bei, so nehmen die Stärkekörner eine hellblaue Farbe an, während die in der nämlichen Zelle liegenden Kleberkörnchen gelb oder braungelb gefärbt erscheinen, also ein Beweis, dass Letztere Stickstoff enthalten müssen. Sie stellen wie Amylum einen sog. Reservestoff vor, und da sie aus Eiweissstoffen bestehen, so sind sie ihrer chemischen Natur nach mit dem Plasma (aus dem sie hervorgehen) nahe verwandt. Die Verwendung der Kleberkörnchen im Pflanzenleben ist ähnlich wie bei der Stärke: sie werden zum Aufbau neuer Theile (Zellen) verwendet. Sie sind zwar nicht so allgemein verbreitet wie die Amylumkörnchen; doch finden sie sich in den Zellen der meisten Samenkerne, ausserdem in der Rinde und im Mark der Bäume, sowie in den Knollen und ausdauernden Wurzeln (in Gesellschaft von Stärke!) Manche Samen (von Hülsenfrüchtlern) enthalten nur Klebermehl, viele (z. B. die Bohnen) Klebermehl und Stärkemehl nebeneinander, wenige, wie die Getreidekörner, fast nur Amylum und äusserst wenig Kleber. Letzterer besitzt die Form ausserordentlich kleiner, runder, ovaler, eckiger oder ganz unregelmässiger Körner, die niemals geschichtet sind, die sich in Wasser und Säuren lösen und von Jod gelb gefärbt werden. Im Innern der farblosen Proteïnkörnchen kommen oft Krystalle von Calciumoxalat vor.

35. Präparat: Pflanzliche Oele.

a) **Querschnitt durch den Kern einer Mandel.** Wir führen durch einen Mandelkern ganz zarte Querschnitte und legen dieselben in Wasser oder Glycerin ein. Schon bei mässiger Vergrösserung erkennt man (neben zahlreichen Klebermehlkörnchen) in den meisten

Zellen viele kleinere und grössere, hellglänzende Kügelchen, die sich als Oeltröpfchen (Mandelöl) erweisen. Bei diesen Kügelchen erscheint der Rand dunkel, die Mitte hell; aber der Uebergang vom Schatten zum Licht ist hier ein ganz allmäliger, ohne scharfe Grenze, wie bei den Luftblasen. Um das Objekt herum erblicken wir nicht selten etwas grössere, ebenfalls genau kreisrunde Tropfen, die durch Zusammenfliessen von kleinern Kügelchen entstanden sind. — Als weitere Präparate für fette Pflanzenöle sind anzurathen: Querschnitte durch Haselnuss, Wallnuss, Sonnenblumensamen, Leinsamen, Hanfsamen u. s. f.

b) **Querschnitt durch eine nicht ausgetrocknete Citronenschale.** Derartige Schnitte lassen schon bei schwacher Vergrösserung grosse, hellglänzende Oeltropfen erkennen. Dieses Oel, das sog. Citronenöl, wird den ätherischen oder flüchtigen Oelen beigezählt. Diese sind bekanntlich die Ursache des Geruches, sowie des Blumenduftes, welchen viele Pflanzen verbreiten und finden sich in Blumenblättern (Rose), in Früchten (Doldenpflanzen), in Laubblättern (Petersilie, Möhre), in Wurzelstöcken (Calmus) u. dergl.

36. Präparat: **Inulin.**

Wir lassen eine kleinere Knolle einer **Georgine** *(Dahlia)* längere Zeit in absolutem Alkohol liegen und führen hernach feine Schnitte durch das auf diese Weise entwässerte Objekt. Diese Schnitte zeigen uns in Wasser bei stärkerer Vergrösserung längs den Zellwänden (namentlich in den Ecken des Zellenpolygons) sehr schöne, grosse Krystallkugeln (Sphärokrystalle), kugelige Aggregate von Krystallen, die strahlig oder radial um einen Mittelpunkt gruppirt erscheinen (Zusatz von Salpetersäure macht das Ganze noch deutlicher). Diese Krystallkugeln bestehen aus einem eigenthümlichen Stoff, Inulin genannt, der namentlich in den Wurzeln einiger Compositen zu finden ist, wie z. B. bei Sonnenblume, Dahlia, Alant, Löwenzahn, Cichorie u. s. w. Derselbe ist namentlich deshalb interessant, als er nicht ein Bestandtheil des Plasmas ist, wie die bis jetzt betrachteten Zelleinschlüsse, sondern ein Theil des Zellsaftes. Das Inulin findet sich in gelöstem Zustande im Zellsafte, wovon wir uns durch folgenden einfachen Versuch über-

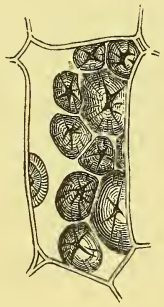


Fig. 69.
Sphärokrystalle von Inulin in einer Zelle aus der Wurzelknolle der Georgine (*Dahlia variabilis Willd.*).

zeugen können. Führen wir einen Schnitt durch eine frische, nicht ausgetrocknete oder entwässerte Dahlienknolle, so gewahren wir keine Spur eines festen Zellinhaltes, weder in Gestalt von Körnern, noch in Krystallform. Legen wir aber jenes Präparat nur einige Stunden lang in absoluten Alkohol ein, so finden wir, dass sich nach dieser Zeit ein grosser Theil des Inulins in Körnerform niedergeschlagen hat. Die gleiche Wahrnehmung machen wir auch, wenn wir die Knolle möglichst austrocknen lassen. Jene Inulinkörner haben mit den Amylumkörnern etwelche Aehnlichkeit; nur sind sie viel kleiner und zeigen niemals Schichtenbildung. Dauert die Wasserentziehung (durch Alkohol) lange Zeit an (Wochen lang), so beginnt die Krystallisation des eigenthümlichen Stoffes. Die Inulinkörnchen treten zu Krystallen zusammen, und Letztere gruppiren sich in concentrischen Schichten zu einem einzigen, grossen Kugelkrystall.

37. Präparat: **Pflanzen-Krystalle.**

Die Krystalle sind weit verbreitet im Pflanzenreich. Wir treffen sie bald in der Wurzel (Knolle und Zwiebel), bald im Stengel (namentlich in Mark und Rinde), bald in den grünen Laubblättern (hauptsächlich in Blättern von lederartiger, fester Konsistenz), ferner in den Blattstielen, im saftigen Fruchtfleisch, ja sogar in Blumenblättern. Sie bestehen entweder aus Calciumcarbonat oder Calciumoxalat. Die verbreitetste Krystallgestalt im Pflanzenreich ist wohl das Octaëder (meist quadratisch). Sehr häufig treffen wir auch nadelförmige Krystalle, sog. Krystallnadeln oder Raphiden, an, welche, zu dicken Bündeln vereinigt, in der Längsachse der Zellen parallel neben einander gelagert erscheinen und zuweilen die Zelle vollständig ausfüllen. Hie und da begegnen wir auch einem vereinzelten Rhomboëder oder einem meist vierseitigen Prisma. Diese verschiedenen Krystallformen treten selten einzeln auf (etwa Rhomboëder bei Cactus, Buchenzweig etc.), sondern sie kommen meist in Gesellschaft vor, und sind dann dieselben entweder in der Zelle zerstreut oder sie liegen bündelweise beisammen (Raphiden) oder die Krystalle (meist Octaëder) sind zu kugeligen oder morgensternähnlichen Drusen mit einander verwachsen. Manchmal entdecken wir auch bloss kugelförmige Massen von krystallinischem Gefüge (Krystalloide). —

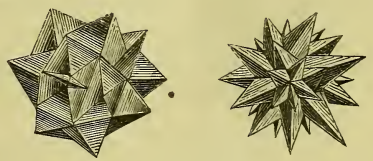


Fig. 70.
Krystalldrusen.

Nur selten (etwa bei einigen Blumenblättern) wird man sich ohne weitere Präparation von der Gegenwart der Krystalle überzeugen können; fast immer muss man durch das fragliche Objekt dünne Schnitte legen (Beobachtung in Wasser, Glycerin oder Harz). Die Isolirung der Krystalle erreicht man durch Zerzupfen oder Auspinseln.

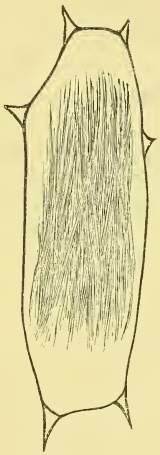


Fig. 71.
Zelle mit Raphiden.

Da Krystalle fast in jedem Pflanzenkörper gefunden werden, so hält es durchaus nicht schwer, diese Objekte zu jeder Zeit zu demonstriren. Hiezu ist namentlich der Herbst geeignet, zu welchem Zeitpunkt der Pflanzensaft im Abnehmen begriffen ist. Nachfolgend eine Auswahl von passenden, überall leicht erhältlichen Pflanzenkrystall-Präparaten:

1) Schnitt durch Zwiebel, Stengel oder Blatt einer Meerzwiebel *(Scilla L.)*: Raphiden.

2) Schnitt durch das Schoss einer Weinrebe: Raphiden.

3) Querschnitt durch den Blattstiel von Rosskastanie und Rhabarber: Sterndrusen in Menge.

4) Querschnitt durch die lederartigen Blätter von Nelke, Oleander und Epheu: Hübsche und zahlreiche Krystalldrusen.

5) Querschnitt durch die Knolle irgend einer Orchis-Art: Hübsche Raphiden.

6) Längsschnitt durch einen Cactus-Stengel: Einzelne Rhomboëder und Drusen.

7) Schnitt durch den Stengel einer Wachsblume *(Hoya carnosa R. Br.)*: Zahlreiche, grosse Drusen in Mark und Rinde.

8) Blumenblätter von Natterwurz-Knöterich *(Polygonum bistorta L.)*: Krystalldrusen am Blattgrund.

9) Querschnitt durch das Fruchtfleisch von Stachel- und Johannisbeere: Drusen.

10) Querschnitt durch einen Ricinus-Stengel: Sternförmige Drusen in Mark und Rinde.

11) Querschnitt durch einen Balsaminen-Stengel: Raphiden in Mark und Rinde.

12) Schnitt durch die Wurzel vom aufgeblasenen Leimkraut *(Silene inflata L.)*: Sehr schöne, grosse Octaëder-Drusen.

13) Schnitt durch Stengel oder Wurzelfasern von Germer *(Veratrum album L.)*: Grosse Bündel von Raphiden, stellenweise fast die ganze Zelle ausfüllend.

14) Querschnitt durch einen Zweig von Linde, Eiche und Erle: Drusen in der Rinde.

15) Längsschnitt durch einen Buchen- oder Ahornzweig: einzelne grosse Krystalle (Rhomboëder) in der Rindenpartie.

16) Schnitt durch einen Mistel-Stengel: Massenhaftes Auftreten von dunkeln, kugeligen Krystalloiden; auch vereinzelte tafelförmige Krystalle.

38. Präparat: **Demonstration des Zellkerns.**

Der Zellkern präsentirt unter dem Mikroskop ein kreisrundes oder ovales, mehr oder weniger scharf umschriebenes, in Wirklichkeit kugeliges oder ellipsoidisches Körperchen, ein sehr dichtes Protoplasmaklümpchen, welches eine feinkörnige oder faserige Struktur an den Tag legt. In seinem Innern oder an der Oberfläche enthält er zuweilen noch ein sehr kleines, rundes und dichteres Körnchen, welches Kernkörperchen genannt wird. Selten treten mehrere solcher Kernkörperchen in einem Zellkern auf. Der Zellkern ist ein beweglicher, plastischer Körper. Dies lässt sich leicht an solchen Zellen beobachten, wo er durch die Rotation des Plasmas in der Zelle umhergetrieben wird und dabei unter unsern Augen seine Gestalt verändert. Der Zellkern, der entweder im Mittelpunkt der Zelle (centraler Zellkern) oder in der Nähe der Peripherie derselben (wandständiger Zellkern) vorkommt, findet sich wohl am schönsten in den Geweben der *Orchideen*. Hier ist er verhältnissmässig gross, scharf gezeichnet und wird auch noch in ältern Zellen angetroffen. Bisweilen werden die Kerne jüngerer Zellen durch den Zellinhalt verdeckt; in diesem Falle werden sie besser sichtbar, wenn man dem Präparat einen Tropfen Essigsäure (oder verdünnte Salpetersäure) zusetzt. Ist der Zellkern zu transparent, so kann man ihn durch Jodzusatz deutlich erkennbar machen; er erhält alsdann eine gelbe oder braungelbe Farbe, woraus wir schliessen, dass er reich an stickstoffhaltigen Substanzen sei. — Für Zellkern-Präparate muss man durchaus ganz junge (grosszellige) Pflanzengewebe verwenden, und eignen sich derartige Objekte weit besser zu vorübergehenden Demonstrationen, als zur Anfertigung von Dauerpräparaten. Am besten beobachtet man die Zellkerne in reinem Wasser, bei schräger Beleuchtung und 150—400facher Vergrösserung. Man trifft dieselben sowohl auf Quer- als Längsschnitten; immerhin darf man den

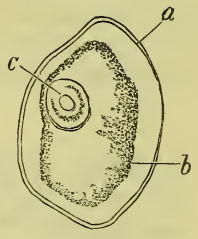


Fig. 72.
Orchis-Zelle nach Behandlung mit Alkohol. *a* Zellwand, *b* Protoplasma, *c* Zellkern mit Kernkörperchen.

Erstern den Vorzug geben. Als passende Zellkern-Präparate erwähnen wir:

1) Quer- oder Längsschnitt durch Knolle oder Stengel irgend einer Orchis-Art: Grosse, scharf abgegrenzte, meist wandständige Zellkerne mit einem einzigen Kernkörperchen und deutlich körniger Struktur.

2) Quer- oder Längsschnitt durch die Keime einer Kartoffel. (Objekt sehr zu empfehlen.)

3) Querschnitt durch den unreifen Fruchtknoten einer Gartentulpe.

4) Querschnitt durch den jungen Stengel von Ricinus, Balsamine u. s. f.

5) Saftiges Fruchtfleisch einer reifen Erdbeere, Himbeere etc.: Zellkerne auffallend gross, aber nach aussen nicht scharf abgegrenzt.

6) Querschnitt durch die Zwiebelschale der gewöhnlichen Zwiebel *(Allium cepa L.)*: Zellkern von seltener Grösse und Schärfe. (Sehr schönes Zellkern-Objekt.)

7) Vegetationsspitzen von jungen Bohnen.

8) Verschiedene lebende Algen, z. B. *Spirogyra Link.*, *Ulothrix Ktz.*, *Zygnema Ktz.* etc.

9) Blätter von ganz jungen Laub- und Lebermoosen.

10) Oberhautzellen von Blumenblättern (Goldregen, scharfer Hahnenfuss u. dgl.).

39. Präparat: **Demonstration der Intercellularräume.**

An den Ecken, wo drei oder mehr Zellen zusammenstossen, und wo in der Regel keine gegenseitige Berührung stattfindet, bilden sich kleinere oder grössere, leere Räume, die sog. Zellzwischenräume oder Intercellularräume. (Mit diesen nicht zu verwechseln sind die sog. Intercellulargänge, weite Hohlräume, deren Peripherie von 4, 6, 8 und noch mehr Zellen begrenzt wird, und die sich als lange, Luft oder Flüssigkeit [z. B. Harz] führende Gänge durch das Innere des Gewebes erstrecken). Je kugeliger die Zellen sind, um so kleiner werden die Berührungsflächen, um so grösser dagegen die Zellzwischenräume. Letztere finden sich in jedem lockern Zellgewebe, so namentlich im Mark des Stengels, in der Blattsubstanz etc. Um uns von dem

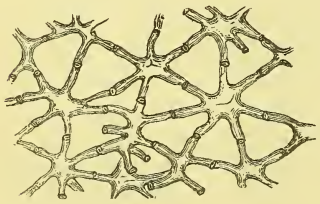


Fig. 73.
Sternförmiges Zellgewebe aus der Knäuelbinse.

Vorhandensein dieser Hohlräume, die in der Regel mit Luft erfüllt sind, zu überzeugen, genügt es, einen Querschnitt durch einen saftigen Krautstengel oder ein fleischiges Blatt anzufertigen. Als solche Objekte sind etwa zu empfehlen: Querschnitt durch den Stengel von Gartenbalsamine, Ricinus, Schwertlilie, Hollunder, Ahorn etc. Die Intercellularräume aller dieser Objekte erscheinen in dreieckiger Gestalt, welche Dreiecke bald von geraden, bald von krummen Linien eingeschlossen und von verschiedener Grösse sind. (Auch vier- und mehrseitige Figuren kommen vor.) — Wohl die weitesten Zellzwischenräume treffen wir im Mark der Binsen. Um diese zu demonstriren, erstellen wir feine Querschnitte durch den Stengel der Knäuelbinse *(Juncus conglomeratus L.)* und schliessen dieselben in Glycerin ein. Hiebei haben wir aber einen Stengeltheil auszuwählen, der mit Mark möglichst ausgefüllt ist, so dass die Markzellen ein schön zusammenhängendes Gewebe bilden. Wir entdecken zahlreiche, grosse, sternförmige Zellen, deren Strahlen radial von einem Centrum auslaufen und sich mit den Armen der benachbarten Zellen verbinden. An den Berührungsstellen sieht man deutlich die querverlaufenden Scheidewände, durch welche die Strahlen verschiedener Sterne von einander getrennt erscheinen. Jeder Stern zählt 4 oder 5, meist aber 6, seltener 7 Strahlen. Zwischen den einzelnen Sternzellen resp. deren Armen beobachtet man dann die grossen, drei- oder viereckigen Intercellularräume.

40. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung von verschiedenen Gespinnstfasern (Hanf, Flachs und Baumwolle).**

a) **Hanf.** Die Hanfbastfaser ist sehr lang, cylindrisch, dickwandig, ohne weitere Zeichnung. Auf einem Querschnitt durch dieselbe erkennen wir die Verdickungsschichten in Form concentrischer Ringe (siehe *IV d*) und im Centrum des Schnittes die dünne, ovale Zellhöhle.

b) **Flachs** (Bast aus einem frischen Flachsstengel oder gehechelter Flachs oder feine Fasern aus einem Leinenzeug). Die Bastzellen des Flachses bestehen aus langen, cylindrischen Röhren, die stellenweise leichte, knotige Anschwellungen zeigen. Gewöhnlich sind sie sehr dickwandig, nach beiden Enden zugespitzt und der Länge nach von einem engen Kanal (der Zellhöhle) durchzogen *(II b)*. Letzterer erscheint bei 100facher Vergrösserung wie eine schmale Linie. In kleinern oder grössern Zwischenräumen bemerkt man schräg über die Faser verlaufende Linien *(II a)*, nämlich die Porenkanäle. Durch diese schiefen Querstreifen erhält die Bastzelle ein gegliedertes Aussehen. An den abgerissenen Enden spalten sich die Fasern nicht selten büschelartig (ebenso beim Hanf.)

c) **Baumwolle** (der Kapsel, Watte oder einem Baumwollenzeug entnommen). Die Baumwollenfasern sind äusserst lange, ungegliederte, flachgedrückte, bandartige und meist um ihre eigene Achse schraubenförmig gedrehte Zellen. Dieselben erscheinen dünnwandig (mit weiter Höhlung) und sind deshalb zu jenen platten Bändchen zusammengefallen.

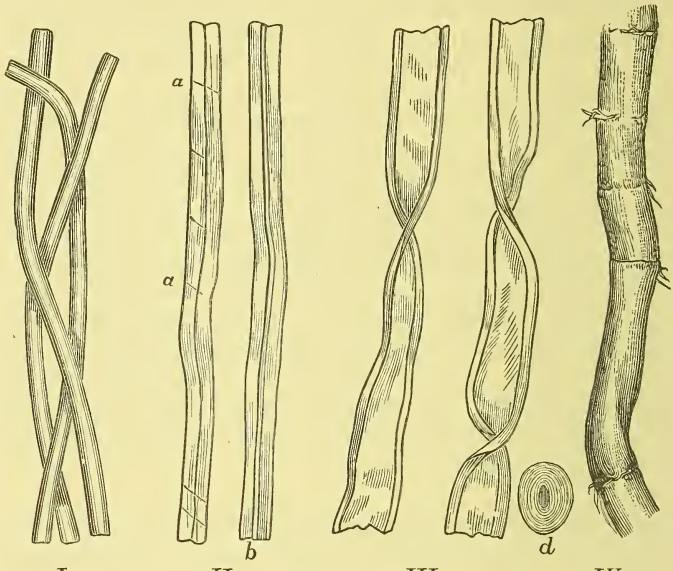


Fig. 74.

Gespinnstfasern.

I Seidenfäden. *II* Flachsfasern: *a* schräg gestellte Porenkanälchen; *b* Zellhöhle, *III* Baumwollenfasern. *IV* Hanffaser: *d* Querschnitt durch dieselbe.

Diese Verschiedenheit im Bau von Flachs und Baumwolle dient als zuverlässiges Kennzeichen, Gewebe von Leinwand und Baumwolle unter dem Mikroskop von einander unterscheiden zu können, oder um zu ermitteln, ob Leinwand aus einem Gemisch beider Gespinnstfasern angefertigt sei, welcher Fall häufig vorkommt. — Bei derartigen Untersuchungen ist es nöthig, das Gewebe zuvor von aller Appretur durch Auswaschen in heissem Wasser zu befreien. Ferner ist Zerzupfen in Wasser durchaus erforderlich. (Ueber die mikroskopische Untersuchung von Seide und Schafwolle siehe pag. 89 und 82.)

41. Präparat: **Demonstration verschiedener Tüpfelzellen.**

In der ausgewachsenen Zelle verdickt sich mit zunehmendem Alter meistens die zarte, ursprüngliche Zellwand und zwar durch

schichtenweise Anlagerung von Cellulose aus dem Protoplasma. Die Zelle verholzt. Die Verdickungsschichten bedecken die primäre Zellhaut gewöhnlich nicht auf ihrer ganzen Innenfläche, sondern nur theilweise, so dass einzelne grössere oder kleinere, bald so, bald anders gestaltete Stellen der ursprünglichen Membran von Verdickungen frei bleiben. Dehnen sich die Zellstoffablagerungen beinahe über die ganze Fläche der primären Zellhaut aus, so dass die nicht verdickten Stellen klein und kreisförmig, gleichsam nur als Poren oder Punkte erscheinen, so entstehen die sog. getüpfelten, porösen oder punktirten Zellen. Die Zelle ist an und für sich nicht porös, sondern eigentlich nur die Verdickungsmasse; denn die ursprüngliche Membran ist stets ganz. Unter dem Mikroskop hat es nur den Anschein, als wäre auch sie durchlöchert. Einzig in den Blättern des Torfmooses ist auch sie mit Poren versehen; der gleichen Erscheinung begegnen wir im Alter bei den gehöften Tüpfeln der Coniferen (offene Tüpfel). Man nennt jene rundlichen Löcher in der Verdickungsschicht Tüpfel oder Poren. Meist ist die Verdickung der Zellwand beträchtlich, so dass eine grössere Anzahl von concentrischen Schichten schalenartig ineinanderliegen. In diesem Falle treffen die Poren von je zwei benachbarten Schichten genau aufeinander und bilden so die Löcher sämmtlicher Schalen ein zusammenhängendes, feines Kanälchen, das sog. Tüpfelkanälchen (siehe Fig. 75), das von der innern Zellhöhle durch die Verdickungsmasse hindurch nach der primären Zellhaut führt. Wo zwei Zellen zusammenstossen, da entsprechen immer die Tüpfelkanäle der einen Zelle denen der andern. Je zwei Kanäle stossen genau aufeinander und sind nur durch die gemeinsame primäre Zellwand von einander getrennt (geschlossene Tüpfel). Dadurch wird es leicht möglich, dass der Saft aus der einen Zelle durch Diosmose in die benachbarte gelangen kann. Bei sehr stark verdickten Zellen findet sich auch häufig die Erscheinung, dass zwei Tüpfelkanäle sich vereinigen (verzweigte Tüpfelkanäle). Was die Form der Tüpfel anbelangt, so ist dieselbe meist kreisrund, kommt aber auch elliptisch oder polygonal (vier- bis achteckig) vor. Selten sind die Tüpfel lang, schmal und spaltenartig, an beiden Enden spindelförmig zugespitzt. — Als passende Tüpfelzellen-Präparate führen wir an:

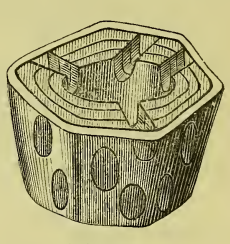


Fig. 75.
Poröse Zelle.

a) Quer- und Längsschnitt durch den Stengel der Wachsblume *(Hoya carnosa R. Br.)*. Die Markzellen der beiden Präparate zeigen in ihrem Innern Haufen von Stärkemehl-

körnern und grosse, schöne Krystalldrusen; die nämlichen Objekte finden sich auch in der Rindenschicht. Im Centrum der Schnitte liegt ein Haufen von porösen Markzellen mit stark verdickten Wandungen, sehr schöner und deutlicher Schalenbildung und zahlreichen, verästelten Tüpfelkanälen. Bei hinlänglich starker Vergrösserung (3—400) überzeugt man sich auch, wie die einzelnen Aeste der Porenkanäle von je zwei Nachbarzellen genau auf einander zu laufen, wodurch eine wechselseitige Kommunikation hergestellt wird. (In den Chlorophyllkörnchen der Rindenpartie finden sich oft mehrere kleine Stärkekörnchen.)

b) Querschnitt durch die Schale einer Haselnuss (oder Wallnuss).

Zur Erzielung eines geeigneten Schnittes verwendet man eine noch schneidbare, aber der Reife entgegengehende Schale. Ganz unreife, weiche Schalen sind zur Demonstration der Tüpfelzellen nicht geeignet. Von obiger Schale lösen wir mit der starken Klinge eines Federmessers zarte Spänchen ab und beobachten diese Abschnittchen in Wasser oder Glycerin. Wir entdecken länglichrunde oder länglichpolygonale (hexagonale), siebartig durchlöcherte Zellen mit bald dünnern, bald dickern Wandungen. Diese scheinbaren Löcher in der primären Zellhaut sind nichts anderes als die Poren der Verdickungsmasse. Bei stark verholzten, dickwandigen Zellen sehen wir auch deutliche Tüpfelkanäle (stellenweise verzweigt).

c) Querschnitt durch den reifen Stein einer Kirsche, Zwetschge etc.

Poröse Zellen ähnlich den vorigen. Wandungen stärker verdickt mit deutlich korrespondirenden, verästelten Tüpfelkanälen.

d) Quer- und Längsschnitt durch den verholzten Stengel von Oberkohlrabi.

Poröse Zellen mit deutlichen Kanälen. Sehr schöne, punktirte Gefässe.

e) Zellen aus den Steinen einer reifen Birne.

Im weichen, saftigen Fruchtfleisch der reifen Birne finden sich theils im Innern, theils unmittelbar unter der Oberhaut, Haufen von harten, sandartigen Körnchen, die sog. Birnensteine. Wir bringen nun einige dieser Körnchen auf den Objektträger, setzen etwas Wasser zu und suchen sie möglichst zu zerdrücken oder zu zerreiben (mit einem Messer). Jedes Korn präsentirt sich uns als ein Conglomerat von porösen Zellen, mit stark verdickten, von Tüpfelkanälen durchzogenen Wandungen und deutlicher Schalenbildung.

f) Kernhäutchen einer reifen Johannisbeere.

Die Samenkerne einer reifen Johannisbeere sind von einem durchsichtigen Häutchen umgeben, welches sich mit einem spitzigen Federmesser leicht abziehen lässt. Dieses sog. Kernhäutchen wird nun in Glycerin unter das Mikroskop gebracht. Man bemerkt zahlreiche stabförmige oder röhrenartige Zellen mit langer, schmaler Zellhöhle, stark verdickten Wänden und scharfen, geraden Tüpfelkanälen, welche Zellen auf höchst zierliche Weise in regelmässigen Reihen wie Orgelpfeifen nebeneinander gestellt sind.

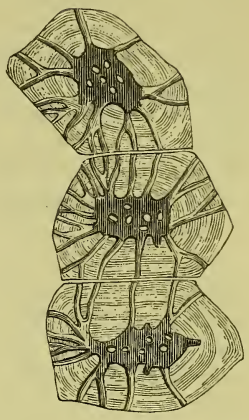


Fig. 76.
Poröse Zellen aus dem Stein der Birne.

g) Querschnitt durch die Bastzellen von Chinarinde.

In den goldgelben Bastzellen zeigt sich sehr deutliche Schalenbildung (einfache Tüpfelkanäle).

h) Gehöfte Tüpfelzellen der Coniferen, z. B. von Föhre (siehe 57. Präparat — Radialschnitt).

42. Präparat: **Demonstration verschiedener Faserzellen.**

Bei den Faserzellen lagern sich die Verdickungsschichten nicht in Form einer Membran, sondern in Gestalt einer feinen Faser auf der Innenseite der ursprünglichen Zellhaut ab. Je nach dem Aussehen dieser Verdickungsfaser oder Verdickungsleiste unterscheidet man nachfolgende Arten von Faserzellen:

Fig. 77.
Spiralfaserzelle.

Fig. 78.
Ringfaserzelle.

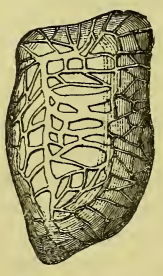


Fig. 79.
Netzfaserzelle.

a) **Spiralfaserzellen.**

Hier ist die Verdickungsfaser auf der innern Seite der ursprünglichen Membran in Form einer Spirale oder Schraubenlinie zusammenhängend aufgewunden. Dieses Spiralband erscheint bald enger, bald weiter, bald nach links, bald nach rechts gewunden. Manchmal kreuzen sich auch zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Spiralbänder. Eigentliche Spiralfaserzellen finden sich z. B. bei *Mammillaria stellaris Haw.* (Cactus-Art), in der innern Haut der Staubbeutelfächer von Kürbis, Lilie, Tulpe u. s. f., in den Schleuderzellen von Mooskapseln der Lebermoose (im Vorsommer), in den Blättchen des Torfmooses etc.

b) **Ringfaserzellen.**

Die Verdickungsleisten sind hier nicht zusammenhängend, sondern jede Leiste bildet einen in das Zellinnere hineinragenden, ringförmigen Wulst, der bisweilen zur Zellachse geneigt ist. Die meist parallel laufenden Ringe sind bald enger beisammen, bald stehen sie weiter von einander ab. Sehr oft gehen in einer und derselben Zelle Ringe und Spiralfasern in einander über, indem je zwei der beschriebenen Ringe durch ein kurzes Spiralbandstück verbunden sind (vorherrschend bei *Gramineen* und *Equiseten).*

c) **Netzfaserzellen.**

Die Verdickungsmasse scheidet sich in Gestalt dünner Streifen oder Linien ab, die netzartig untereinander zusammenhängen. Objekte zur Demonstration der Netzfaserzellen sind z. B. Querschnitt durch den Staubbeutel von Tulpe oder Lilie, Querschnitt durch frische Gurken- oder Kürbiskerne (Kernhäutchen), Längsschnitt durch den Stengel von Mistel u. s. f.

d) **Treppen- oder Leiterzellen.**

Die Verdickungsleisten bilden querlaufende, linienförmige, kurze, senkrecht zur Zellachse stehende Streifen, die treppen- oder leitersprossenartig übereinander liegen. Sie sind meist so nahe aneinander gedrängt, dass die unverdickten Wandstellen als schmale, mit den Leisten abwechselnde Spalten erscheinen (Farn).

43. Präparat: **Demonstration verschiedener Gefässe.**

Gefässe sind nirgends unterbrochene, unverzweigte Röhren, die aus einer Längsreihe von Zellen hervorgehen, deren Seitenwände verschmelzen, während die gemeinsamen Querwände allmälig verschwinden. Sie kennzeichnen sich ausser durch ihre Weite durch die Mannigfaltigkeit ihrer Verdickungsarten (siehe unten) und sind im ganz jungen Zustande mit Saft, später immer mit Luft erfüllt. Die Gefässe treten nie einzeln auf, sondern stets nur in Gesellschaft, und man nennt die Vereinigung einer kleinern oder grössern Anzahl

solcher Röhren zu einem von andern Zellen umgebenen Ganzen ein Gefässbündel. Die Wandungen der Gefässe zeigen die nämlichen Verdickungen, wie wir sie vorhin bei den einzelnen Zellen kennen gelernt haben. Dem entsprechend unterscheidet man auch die analogen Gefässarten. Denkt man sich z. B. eine Reihe von Spiralfaserzellen übereinander gestellt und nach Auflösung der Zwischenwände zu einem Ganzen verbunden, so hat man ein Spiralgefäss vor sich. In ganz ähnlicher Weise entstehen die übrigen Gefässformen. Was die mikroskopische Präparation der Gefässe anbelangt, so sei darüber kurz Folgendes bemerkt: Man fertigt sich von dem betr. Objekt feine Längsschnitte und sucht unter Umständen die Gefässe mit zwei Nadeln zu isoliren.

1. Das Spiralgefäss.

Dieses ist das verbreitetste von allen Gefässen. Es findet sich im Blatt, im grünen, saftigen Stengel, in der Markscheide der Bäume und Sträucher, in der Wurzel und in vielen saftigen Früchten. Oft ist die Gefässspirale mit der ursprünglichen Gefässwand nur lose verwachsen, und lassen sich daher die Windungen der Faser häufig auseinander ziehen, ja die ganze Spirale kann isolirt, d. h. aus dem Gefäss herausgezogen werden. Solch abgerollten, kürzern oder längern Gefässspiralen begegnet man auf verschiedenen Präparaten. Ebenso häufig trifft man im nämlichen Schnitt neben Spiralgefässen auch Ringgefässe; ja, zuweilen sieht man sogar im nämlichen Gefäss Spiral- und Ringgefässzellen nebeneinander.

Als passende Objekte zur Demonstration der Spiralgefässe sind etwa anzuführen:

a) Radialer Längsschnitt durch den Stengel von Ricinus (auch Tüpfelgefässe), Gartenbalsamine (auch Ring- und Netzgefässe), Schwertlilie (mit Ringgefässen), Euphorbia, Farnkraut, Mais u. s. f.

b) Längsschnitt durch den Blattstiel von Rosskastanie, Platane, Johannisbeere etc.

c) Schnitte durch die unreifen Früchte von Stachelbeere, Johannisbeere u. s. w.

d) Radialer Längsschnitt durch den Zweig von Hollunder, Ahorn, Buche, Linde etc. (Markscheide).

e) Verschiedene Staub- und Blumenblätter.

f) Schnitt durch die Wurzel von Huflattich.

2. Das Ringgefäss.

Ringgefässe findet man (neben Spiralgefässen) in rasch wachsenden, saftreichen Stengeltheilen (Balsamine, Mais, Schwertlilie, Kartoffelkeime u. dergl.)

3. Das Netzgefäss.

Dieses ist verhältnissmässig selten (Wurzel von Germer, Knolle von Georgine, Stengel von Balsamine u. s. f.)

4. Das Tüpfelgefäss.

Die Tüpfelgefässe sind weit verbreitet, und begegnet man denselben hauptsächlich in solchen Pflanzentheilen, die eine längere Lebensdauer aufweisen, wie z. B. im holzigen Stengel und in der Wurzel. (Stengel von Ricinus, Mais, Tabak, Zweig von Ahorn, Hollunder, Buche, Eiche, Wurzel von Leimkraut, Huflattich, Germer u. s. w.)

5. Das Leiter- oder Treppengefäss.

Bekanntlich sind Treppengefässe nichts anderes als Tüpfelgefässe mit horizontalen, gleich den Stufen einer Treppe übereinander gestellten, spaltenförmigen Tüpfeln. Diese Querspalten besitzen eine verschiedene Länge und Entfernung; bald nehmen sie die ganze Breite des Gefässes ein, bald liegen 2—3 kürzere Sprossen nebeneinander. Auch die Höhe dieser Stufen variirt sehr; bald sind die Spalten schmal (linienartig), bald in der Mitte ziemlich breit (elliptisch). Sehr schöne Treppengefässe (meist in Begleitung von Tüpfel- und Spiralgefässen) treffen wir im Wurzelstock und im Stengel von Adlerfarn *(Pteris aquilina L.)*, sowie in den Schossen der Weinrebe.

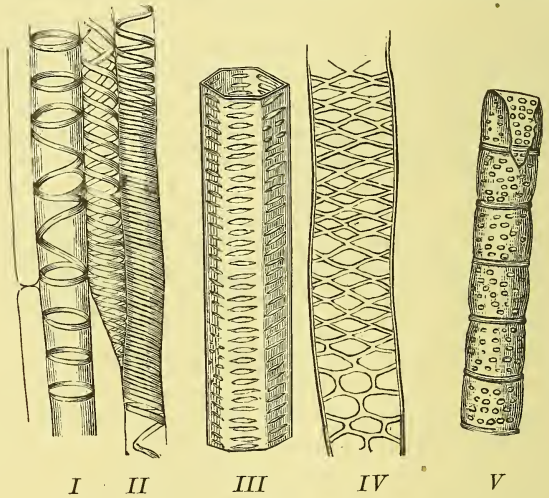


Fig. 80.

Verschiedene Gefässformen. *I* Ringgefäss, *II* Spiralgefäss, *III* Treppengefäss, *IV* Netzgefäss, *V* Tüpfelgefäss.

Anmerkung. Von den luftführenden Gefässen sind wohl zu unterscheiden die sog. Milchsaftgefässe, welche im Bast, dem Mark und der Rinde von Stengeln und Wurzeln angetroffen werden, welche aber, wie es scheint, im Holzgewebe nicht vorkommen. Es sind dies einfache oder verzweigte, dünnwandige Röhren, die meist einen weissen, oft auch gelben oder rothen

Saft, den sog. Milchsaft, mit sich führen. Zu ihrer Demonstration mögen etwa folgende Objekte dienen: junge, unreife Mohnkapsel, Längsschnitt durch den Blattstiel oder Stengel von Schöllkraut, Lattich, Cypressen-Wolfsmilch etc.

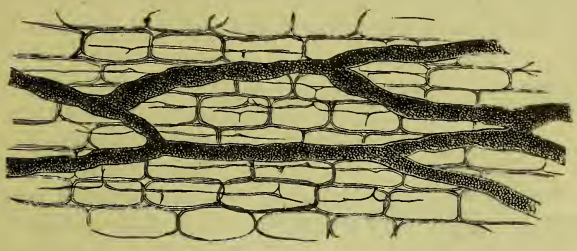


Fig. 81.
Milchsaftgefässe aus dem Blattstiel von Schöllkraut (*Chelidonium majus L.*).

44. Präparat: **Querschnitt durch ein Laubblatt.**

Um den innern Bau des Blattes kennen zu lernen, machen wir einen feinen Querschnitt senkrecht zur Blattfläche. Am leichtesten gelingen solche Schnitte durch lederartige Blätter (Stechpalme, Oleander, Epheu, Nelke u. s. f.), überhaupt durch Blätter von festerer Consistenz, die sich beim Schneiden nicht so leicht zusammendrücken lassen. Ein solches Blatt wird auf ein Lederkissen (oder eine andere passende Unterlage) aufgelegt, und dann löst man mit dem feuchten Rasirmesser äusserst zarte, überall gleich dicke Querscheibchen ab, welche man in Wasser oder verdünntem Glycerin untersucht. Schnitte durch feste und dicke Blätter (Oleander, Epheu, Tannadeln) kann man auch in Alkohol entwässern und hernach in Harz einschliessen. Eine derartige Behandlung hat sogar ihre Vortheile. Der Alkohol zieht nämlich das Blattgrün heraus und macht so die Zellen der Blattsubstanz farblos und durchsichtig, so dass sie mit grösserer Deutlichkeit zu Tage treten. Ein solch feiner Blattquerschnitt zeigt uns zunächst an beiden Rändern die strukturlose *Cuticula*,*) innerhalb welcher sich die meist nur aus einer Zellschicht bestehende, farblose Oberhaut (Epidermis) ausbreitet. Diese Oberhautzellen sind bisweilen nach aussen schwach gewölbt und besitzen hier relativ dicke Wandungen; sie haben meist

*) Die Cuticula stellt ein sehr dünnes, strukturloses, oft wellig gekräuseltes Häutchen vor, das die ganze Epidermisschicht continuirlich überzieht. — Sie ist dicht und fest und enthält sehr kleine Partikelchen von Harz oder Wachs in ihrem Innern zerstreut. Während Wasser von aussen durch sie wohl eingesogen werden kann, verhindert die Cuticula den Austritt des im Innern des Gewebes befindlichen Wassers an die Oberfläche, wo es verdunsten würde. — Die Cuticula wird von concentrirter Schwefelsäure oder Kalilauge nicht angegriffen.

eine quadratische, rechteckige oder fast eiförmige Gestalt und sehen wie eine Reihe aneinander gekitteter Pflastersteine aus. Das zwischen den beiden Oberhautschichten befindliche Blattparenchym zerfällt fast durchgehends (besonders bei den *Dicotyledonen)* in zwei deutlich unterscheidbare Schichten. Die Zellen der obern Partie sind langgestreckt, mit Blattgrün erfüllt, stehen in einer oder zwei Reihen senkrecht zur Blattfläche dicht beisammen und zeigen zwischen sich keine oder nur wenige Intercellularräume. Da diese länglichen Zellen ähnlich wie Pallisaden angeordnet sind, so nennt man den obern Theil der grünen Blattsubstanz auch Pallisadenparenchym. An Letzteres reihen sich meist rundliche, ebenfalls Chlorophyll bergende Zellen, die ein unregelmässiges, lockeres Gewebe bilden, mit zahlreichen Intercellularräumen (Schwamm-Parenchym). Letztere stehen in Kommunikation mit grössern, lufterfüllten Räumen, den sog. Athemhöhlen, welche im Querschnitt unmittelbar oberhalb der untern Epidermis liegen und in die Spaltöffnungen ausmünden. Letztere sowohl, als die in die Oberhaut sich einsenkenden Schliesszellen sind meist ganz deutlich sichtbar. — In der Blattsubstanz entdeckt man neben Gefässbündeln häufig auch abgelöste Verdickungsfasern (Spiralfasern), ferner Krystalle, Oeldrüsen etc.

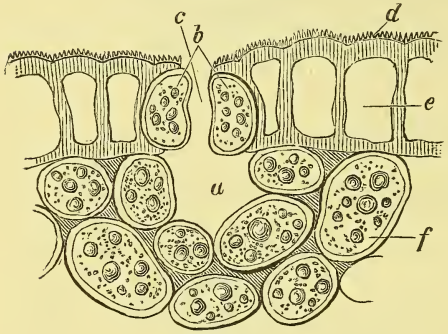


Fig. 82.

Schliesszellen im Querschnitt. *a* Athemhöhle, *b* Schliesszellen, *c* Spaltöffnung, *d* Cuticula, *e* Epidermiszellen, *f* Zellen des Blattparenchyms (wie die Schliesszellen mit Plasma und Chlorophyllkörnchen erfüllt).

Einen zierlichen Querschnitt liefert beispielsweise das Blatt des Oleander. Wir erkennen die ziemlich umfangreiche Cuticula, die aus mehreren Zelllagen bestehende Oberhaut, das dreireihige Pallisadenparenchym, das lockere Schwammparenchym (mit zahlreichen Krystalldrusen). Im Centrum des Präparates erblicken wir den durchschnittenen Blattnerven (zu dessen Seiten die Seitenrippen) und an der Unterseite des Schnittes mehrere sackartige, tief in das Blattgewebe eingreifende, mit gekrümmten Haaren ausgekleidete Gruben, in welchen die Spaltöffnungen gruppenweise beisammen stehen. — Als weitere Präparate sind etwa anzuempfehlen: Blattquerschnitt von Gartennelke, Epheu, Lilie, Schnitt durch die Nadeln von Tanne und Kiefer u. s. f. — Die Nadeln der Weisstanne *(Pinus picea L.)* zeigen im Querschnitt (in Harz eingebettet) ungefähr in der Mitte

zwei Gefässbündel (Blattnerven). Letztere sind zunächst umgeben von einem lockern Gewebe, das abgegrenzt ist durch einen ovalen Ring von perlschnurartig aneinander gereihten Zellen (Gefässbündelscheide). Am Rande des Objektes sind die durchschnittenen Epidermiszellen mit tiefgehenden Spaltöffnungen sichtbar. Ferner bemerken wir noch drei Harzgefässe (Harzgänge).

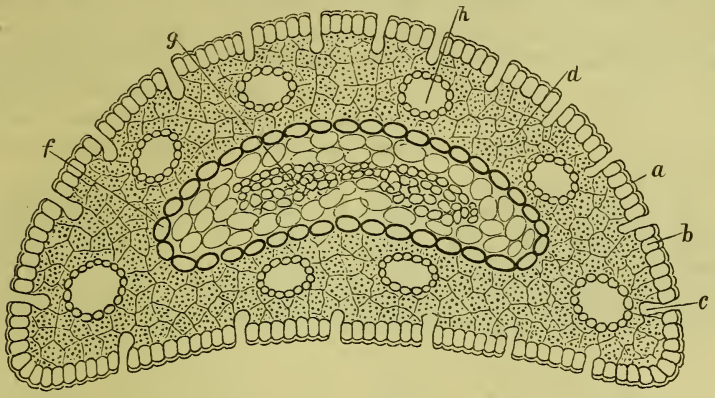


Fig. 83.

Querschnitt durch Kiefernadel. *a* Cuticula, *b* Epidermis, *c* Spaltöffnung, *d* Chlorophyllhaltiges Blattgewebe, *f* Gefässbündelscheide, *g* Gefässbündel, *h* Harzgefäss (Harzgang).

Die Nadel der gemeinen Kiefer *(Pinus silvestris L.)* präsentirt uns im Querschnitt gleichfalls die beiden centralen Gefässbündel. Aus dem chlorophyllhaltigen, lockern Blattgewebe treten acht Harzgänge deutlich hervor. Jede dieser acht Oeffnungen ist von einem Kranze von farblosen, stark verdickten Zellen umgeben. An der Peripherie des Präparates sehen wir die dickwandigen Epidermiszellen (mit Spaltöffnungen) nebst Cuticula.

45. Präparat: **Oberhaut eines Laubblattes.**

Um das Oberhautgewebe unter dem Mikroskop studiren zu können, verschaffen wir uns z. B. ein Blatt von der blauen Schwertlilie *(Iris germanica L.)*, machen daselbst mit einem scharfen Messer eine leichte Querritze, lösen um den Schnitt herum die Oberhaut los und ziehen ein Stück derselben vorsichtig ab. Bei dieser Manipulation haben wir sehr darauf zu achten, dass an der losgetrennten Epidermispartie so wenig als möglich von der Blattsubstanz hängen bleibt, weil die stark chlorophyllhaltigen Zellen des Blattparenchyms die Untersuchung des Oberhautgewebes stören würden. Das abgezogene Häutchen muss total durchsichtig und

farblos sein (Untersuchung in Wasser oder stark verdünntem Glycerin). Schon bei schwächerer Vergrösserung sehen wir, dass dasselbe aus langgestreckten vier- oder sechsseitigen, plattgedrückten Zellen besteht, deren Wände ganz gerade verlaufen. An der Stelle, wo je zwei solcher Oberhautzellen mit ihren schmälern Enden zusammenstossen, beobachten wir ferner zwei kleinere, halbmond- oder wurstförmige, mit Blattgrün und Plasma erfüllte Zellen, die sog. Schliesszellen. Diese liegen in der Oberhaut und entstehen durch Theilung aus Epidermiszellen. Zwischen ihnen findet sich ein spaltenähnliches Loch, welches Spaltöffnung genannt wird. Letztere führt in einen unter ihr liegenden, im Blattparenchym befindlichen, hohlen, mit Luft erfüllten Raum, in die sog. Athemhöhle (siehe voriges Präparat!)

In obigem Präparat weisen die Oberhautzellen eine ziemlich reguläre Gestalt auf. Dies gilt überhaupt für die meisten *Monocotyledonen*. Untersuchen wir die Epidermis von Lilie, gemeiner Zwiebel, Tulpe, Hyacinthe, Narcisse, Meerzwiebel u. s. f., so erhalten wir ein dem vorigen ganz ähnliches mikroskopisches Bild. Nehmen

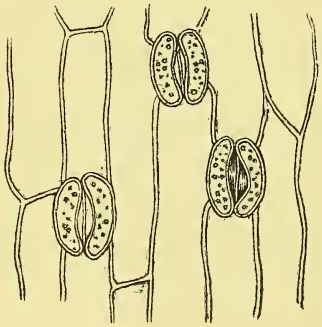


Fig. 84.
Oberhaut mit Spaltöffnungen von Schwertlilie.

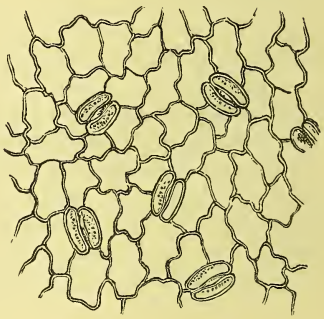


Fig. 85.
Oberhaut mit Spaltöffnungen von Gartenbalsamine.

wir hingegen ein Stück Oberhaut einer zweisamenlappigen Pflanze, z. B. von Stiefmütterchen *(Viola tricolor L.)*, Sumpfdotterblume *(Caltha palustris L.)*, Hollunder *(Sambucus L.)*, Mauerpfeffer *(Sedum L.)*, so sehen wir gleichfalls plattgedrückte Zellen, deren Wände aber nicht geradlinig verlaufen. Vielmehr sind diese Zellen ganz unregelmässig geformt und zeichnen sich durch zahlreiche, mehr oder minder tiefe Buchten und Lappen aus, welche Lappen denen des Eichenlaubes einigermassen ähnlich sehen. Die Spaltöffnungen haben hier ganz verschiedene Richtungen, während sie im vorigen Präparat

stets mit der Zellachse parallel laufen. — Hübsche Bilder liefert auch die Epidermis von Cactus und Fettkraut *(Pinguicula vulgaris L.)*. Hier zeigen die Oberhautzellen die Form irregulärer, vier-, fünf- und sechsseitiger Polygone. Die Spaltöffnungen sind sehr deutlich, aber nicht besonders zahlreich. — Will man derartige Objekte bleibend einschliessen, so muss man hiezu unbedingt verdünntes Glycerin verwenden. In Harz eingelegt, werden die Präparate zu transparent, und die Konturen der Zellen sind schon nach kurzer Zeit nicht mehr wahrnehmbar. Ein solches Präparat ist total werthlos.

46. Präparat: **Pflanzenhaare.**

Zu den Anhangsgebilden der Epidermis, die sich für mikroskopische Untersuchungen eignen, zählen wir die eigentlichen Pflanzenhaare, die Brennhaare, die Drüsenhaare und die Schuppen. Alle diese Organe mit zelliger Struktur sind nichts anderes als verlängerte Oberhautzellen und finden sich an den Laubblättern, am Stengel, an den Blüthenstielen, am Kelch etc. Um diese oft sehr zierlichen Gebilde dem Mikroskop dienstbar zu machen, kann man auf drei Arten verfahren: Grössere und festere Haare werden an ihrer Basis mittelst eines scharfen Rasirmessers abgeschnitten und einzeln beobachtet. Feinere Haargebilde dagegen, die mehr auf der Oberhaut anliegen, legt man mit einem Stück von dem sie tragenden Pflanzentheil in eine Aufhellungsflüssigkeit ein, oder man schabt sie mit einem Scalpell (Federmesser) von der Blatt- oder Stengeloberfläche weg. Zum bleibenden Einschluss gebraucht man am besten verdünntes Glycerin (für Schuppen auch Harz).

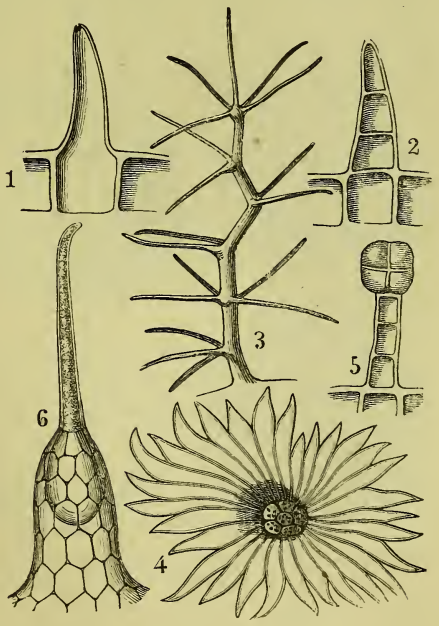


Fig. 86.

Pflanzenhaare. 1) Einzelliges Haar, 2) mehrzelliges Haar, 3) verästeltes Haar, 4) Schuppe, 5) Drüsenhaar, 6) Brennhaar.

Einzellige, ungetheilte Haare haben meist eine nadelförmige, schwach conische Gestalt. Letztere kann aber auch fast cylindrisch sein oder an der Spitze in eine Keule (Knopf) anschwellen. Derartige Haare trifft man bei sehr vielen Pflanzen (häufig auch in Gesellschaft von Drüsenhaaren), so z. B. bei der Nachtkerze *(Oenothera biennis L.)*, der Bach-Nelkenwurz *(Geum rivale L.)* u. s. w. Hieher gehören auch die sog. Brennhaare der Brennessel. Diese einzelligen conischen Haare tragen an der gekrümmten Spitze als charakteristisches Merkmal ein hohles Knöpfchen und ruhen auf einer polsterähnlichen Unterlage. Letztere besteht aus kleinern, polygonalen und chlorophyllhaltigen Zellen, welche einen ätzenden Saft, die sog. Ameisensäure, absondern. — Einzellige, baumartig verzweigte Haare sind ziemlich selten. Wir begegnen ihnen etwa an den Blättern von Alpen-Gänsekresse *(Arabis alpina L.)*, Frühlings-Hungerblümchen *(Draba verna L.)*, Sommer-Levkoje *(Matthiola annua L.)*, Steinkraut *(Alyssum L.)* u. s. f. — Wenn bei den ungetheilten, vielzelligen Haaren die Zellen von verschiedener Dicke und durch deutliche Einschnürungen von einander getrennt sind, so nennt man sie Gliederhaare (Staubfädenhaare von *Tradescantia virginica L.*, *Lychnis chalcedonica L.* [Jerusalemsblume] u. s. w.). — Verästelte, vielzellige Haare entdeckt man beim Ahorn, der Königskerze *(Verbascum thapsus L.)*, der abendländischen Platane, dem Frauenschuh etc. Zu den vielzelligen Haaren rechnet man auch die Sternhaare, die dadurch zu Stande kommen, dass mehrere einzellige Haare um einen gemeinsamen Mittelpunkt, eine sog. Stielzelle, gruppirt sind und so einen Stern bilden, dessen Strahlen mit der Oberfläche der Epidermis parallel laufen. (Die Stielzelle ist daher eine kurze Verlängerung einer Oberhautzelle). Sternhaare treffen wir bei der Stockrose *(Althaea rosea L.)*, dem wolligen Schneeball *(Viburnum Lantana L.)*, dem Traubenhollunder *(Sambucus racemosa L.)*.

Sehr oft tragen die Pflanzenhaare an ihrer Spitze ein kugeliges Köpfchen (Drüse genannt), das eine klebrige Flüssigkeit aussondert. Derartige Haare heissen Drüsenhaare. Das die Drüse stützende Haar kann bald einzellig, bald mehrzellig sein. Das Gleiche gilt auch für die Drüse selbst. Folgende Pflanzen sind mit Drüsenhaaren ausgestattet: Das Löwenmaul, das gemeine Fettkraut, die Nachtkerze, der Haselnussstrauch, einige Nelkenwurz-Arten, der rundblättrige Sonnenthau, der Waldstorchschnabel u. s. f.

Schuppen sind sehr zierliche, mehrzellige Flächengebilde (meist ohne Stielzelle), die der Oberfläche des Blattes oder Stengels dicht anliegen. Wir können uns dieselben aus den Sternhaaren durch gänzliches Verschwinden der Stielzelle und durch seitliches Zusammenwachsen der einzelnen Haarzellen entstanden denken. Dadurch,

dass sie meist in grossen Massen auftreten, verdecken sie das Grün gewisser Pflanzen fast gänzlich und bilden so eine schuppige oder schülfrige Bekleidung des Blattes oder Stengels. Diese silberweissen, im Alter oft gelbbraun gefärbten Schuppen treffen wir hauptsächlich an der Unterseite der Blätter (auch am Blattstiel) von Oelweide oder Oleaster *(Elaeagnus angustifolius L.)* und Sanddorn *(Hippophaë rhamnoides L.)*.

47. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung von Blüthenstaub (Pollen).**

Untersuchen wir den Pollen bei starker Vergrösserung, so bemerken wir eine grosse Anzahl verschieden gestalteter, oft sehr zierlicher Körnchen. Diese haben meist die Form einer Kugel oder eines Ellipsoides. Zuweilen treffen wir auch Polyeder an, seltener sphärische Tetraëder. — Ein merkwürdiges Aussehen zeigt der Kiefernpollen. Die Körner sind oval und besitzen an ihren schmalen Seiten zwei kleine, aus zarter Haut bestehende Säckchen, auf deren Oberfläche sich ein dunkles Netzwerk befindet. Diese Säcklein sind mit Luft erfüllt und heissen daher Luftsäckchen. Sie befähigen das Körnchen, vom Winde weit fortgetragen zu werden, ohne zu Boden zu sinken.

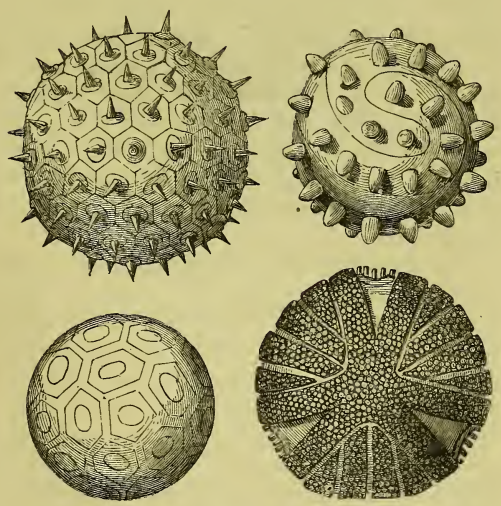


Fig. 87.
Pollenkörner.

Jedes einzelne Pollenkorn repräsentirt eine Zelle, deren Membran in zwei Schichten zerfällt: in eine sog. Exine und in eine Intine. Die Exine, d. h. die cuticularisirte Aussenschicht der Zellmembran, ist selten ganz glatt, sondern sie trägt meist auf ihrer Aussenfläche verschieden gestaltete Verdickungen, als: Körner, Warzen, Stacheln, Leisten etc., welche Anhangsgebilde der Pollenzelle zuweilen ein äusserst zierliches Aussehen verleihen. Die derbe, meist gelbgefärbte Cuticula (Exine)

zeigt eine oder mehrere dünne Stellen oder wirkliche Oeffnungen (sog. Keimlöcher), durch welche die Pollenschläuche heraustreten. Nur eine, meist spaltenförmige Austrittsstelle besitzen die meisten Monocotylen, dagegen nur wenige Dicotyledonen. Bei mehreren Pflanzenfamilien finden sich 3, bei einigen wenigen 4—6 oder noch mehr Keimlöcher. Bei Kürbis sind die kreisrunden Löcher der Exine mit einem Deckel verschlossen, der beim Keimen des Pollenschlauches ausgestossen wird. — Die nicht cuticularisirte, aus Cellulose bestehende Innenschicht (Intine) ist niemals durchlöchert, dagegen besitzt sie (in der Gegend der Keimlöcher) linsenförmige bis halbkugelige, nach innen gerichtete Verdickungen. — Der Inhalt des Pollenkornes besteht aus gewöhnlichem, körnigem Protoplasma (früher auch Fovilla, d. h. Befruchtungssaft, genannt), in welchem zuweilen auch Oeltropfen und Stärkekörner vorhanden sind. Sodann lässt sich auch die Gegenwart von zwei Zellkernen konstatiren, und zwar sieht man dieselben bei Anwendung gewisser Reagentien oder im ausgepressten Inhalt von zerdrückten Pollenzellen. — Ehe die Bildung der Pollenschläuche vor sich geht, theilt sich der Zellinhalt in zwei Theile, in eine grössere und eine kleinere Zelle, deren Kerne durch eine vorübergehende Scheidewand aus Protoplasma getrennt erscheinen. Diese Wand löst sich vor dem Keimen auf, und die grössere Zelle dehnt sich zum Pollenschlauch aus, welcher dann den Kern der grossen und kleinen Zelle in sich aufnimmt. Der Pollenschlauch stellt Anfangs einen kurzen, farblosen Zapfen (Papille) vor; der Letztere ist mit einer zarten Haut umgeben, zeigt im Innern die Molecularbewegung des körnigen Plasmas und dehnt sich allmälig zum eigentlichen Schlauch aus (die Entstehung der Pollenschläuche lässt sich auch sehr schön in Zuckerlösung studiren).

Gehen wir nun zur eigentlichen mikroskopischen Untersuchung des Blüthenstaubes über. Diese ist sehr einfach, da hier keine weitere Präparation nothwendig wird. Man lässt einfach etwas Pollen auf den Objektträger fallen und unterwirft denselben in trockenem Zustande oder unter Zusatz von Wasser, Glycerin oder Salpetersäure der mikroskopischen Beobachtung. Die Untersuchung des trockenen, sowie des mit Glycerin befeuchteten Blüthenstaubes eignet sich hauptsächlich zum Studium der äussern Formverhältnisse, während man sich mit Vortheil des Wassers und der Salpetersäure bedient, wenn man sich über die Lage und Anzahl der Keimlöcher, über die Entstehung der Pollenschläuche orientiren will. — Benetzen wir den Pollen mit Wasser, so sehen wir, wie die Körner immer mehr anschwellen und sich abrunden. An einzelnen Stellen (meist 1 oder 3) kommen zapfenartige Auswüchse zum Vorschein, bis sich schliesslich das Plasma durch eine der Oeffnungen in Gestalt eines

mehr oder minder langen Strahles stossweise entleert oder das ganze Korn zerplatzt. (Erklärung dieser Erscheinung durch Diffusion!) Der eben beschriebene, interessante Versuch gelingt sehr rasch beim Pollen von Wald-Storchschnabel *(Geranium silvaticum L.)*, von Frauenherz *(Diclytra spectabilis D. C.)* u. s. w. Betrachtet man den ausgetretenen Zellinhalt bei stärkerer Vergrösserung (2 bis 400), so sieht man, wie die Plasmakörnchen in steter zitternder Bewegung begriffen sind (Molecular-Bewegung). — Behandeln wir z.B. die Pollenkörner von Wiesenbocksbart *(Tragopogon pratense L.)* mit einem Tropfen reiner, concentrirter Salpetersäure, so beobachten wir, wie fast augenblicklich u. gleichzeitig an drei verschiedenen Stellen der Zellinhalt in Gestalt grosser, dicker Säcke (Zapfen) zu den Keimlöchern heraustritt. Durch Ausdehnung dieser sackartigen Warzen in die Länge würden sich die eigentlichen Pollenschläuche bilden. Ungefähr die gleichen Wahrnehmungen machen wir auch beim Blüthenstaub anderer Compositen, ebenso beim Pollen von Waldstorchschnabel, Weidenröschen *(Epilobium angustifolium L.)* u. s. f. Andere Pollenkörner dagegen (und diese bilden wohl die Mehrzahl) bekommen bei der Behandlung mit Salpetersäure nur einen Pollensack.

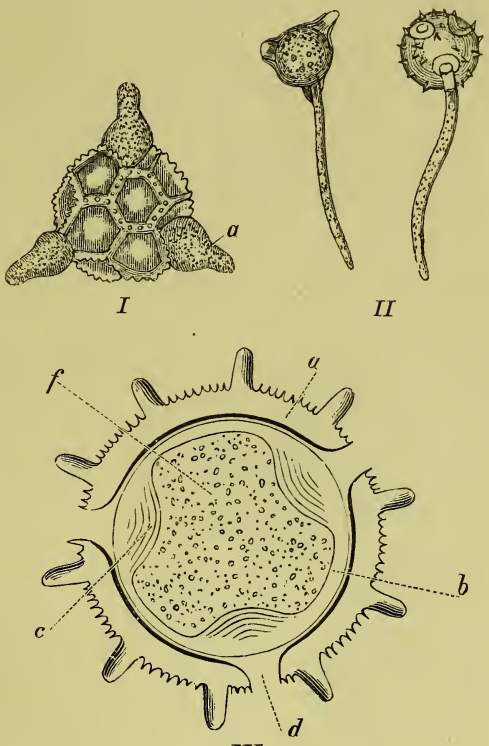


Fig. 88.

Pollenkörner.
I Pollenkorn von Wiesenbocksbart nach Behandlung mit concentrirter Salpetersäure, *a* Zapfen. *II* Pollenkörner mit Pollenschläuchen. *III* Querschnitt durch ein Pollenkorn, *a* Exine mit Warzen, *b* Intine, *c* Verdickung der Letztern, *d* Keimloch, *f* Protoplasma.

Die Pollenkörner lassen sich als Trockenpräparate ziemlich gut aufbewahren. Wir verschaffen uns einige Blüthen, deren Antheren schon aufgesprungen, also der Pollen vollkommen reif ist und legen dieselben zum Zwecke des vollständigen Abtrocknens einige Stunden an die Sonne oder sonst an einen warmen Ort. Jetzt entnehme man den Staubbeuteln mit einem weichen Pinsel eine Partie Pollenkörner und übertrage sie auf einen leicht erwärmten, mit einer niedrigen Lackzelle versehenen Objektträger möglichst gleichmässig, worauf das Deckglas aufgesetzt und umrandet wird. Wohl noch zweckmässiger ist der bleibende Einschluss in concentrirtes Glycerin. Doch thut man am besten, den Pollen jedesmal frisch, d. h. in trockenem Zustande, zu demonstriren. Das Material hiezu liegt während der schönern Jahreszeit jedem auf der Hand. Besonders hübsche Objekte liefern die Pflanzenfamilien der *Compositen*, der *Malvaceen* und der *Cucurbitaceen*.

48. Präparat: **Die mit Pollen belegte Narbe.**

Die Narbe bildet häufig an und für sich ein hübsches mikroskop. Objekt. Betrachten wir z. B. die Narbe irgend einer Geranium-Art (z. B. von Waldstorchschnabel) bei mässiger Vergrösserung, so erblicken wir am Rande des Präparates ein drüsiges, lockeres Zellgewebe, dessen Zellen sich nach aussen conisch verlängern. Diese warzenartig vorspringenden Drüsen heissen Papillen. Sie sondern stets eine klare, klebrige Substanz, die Narbenfeuchtigkeit, ab, welche das Festhalten der auf die Narbe fallenden Pollenkörner bedingt. Sowie der Blüthenstaub die Narbe berührt, bleibt er durch das klebrige Secret an den Papillen hängen und beginnt alsbald zu keimen, d. h. er treibt unter dem Einfluss der Narbenfeuchtigkeit cylindrische Fortsätze, die sog. Pollenschläuche. Gewöhnlich bildet sich je an einem Korn nur ein Schlauch, der meist fadenartig aussieht.

Will man sich von dem Vorhandensein der Pollenschläuche überzeugen, so verschafft man sich eine mit Pollen belegte Narbe und legt dieselbe in Glycerin ein. Meist entdeckt man sofort mehrere von den Papillen etwas abstehende Pollenkörner mit kurzen Schläuchen und sieht, wie Letztere sich zwischen die conischen Narbenzellen hindurchbohren. Uebt man auf das Deckglas etwelchen Druck aus, so wird dadurch der Zusammenhang der Papillen theilweise aufgehoben: die Pollenschläuche erscheinen länger und deutlicher, oder die Pollenkörner reissen sich mit einem mehr oder weniger langen Schlauchsegment von der Narbe los und schwimmen frei im Glycerin umher (lässt man das Präparat etliche Tage im Glycerin liegen, so kommen nach Verfluss dieser Zeit die Pollenschläuche noch weit

schärfer zum Vorschein). Zu derartigen Demonstrationen eignen sich die bestäubten Narben des bekannten scharfen (gelben) Hahnenfusses *(Ranunculus acris L.)* ganz vorzüglich (ebenso die Narben der Geranium-Arten). Der richtige Moment, in dem man solche belegte Narben aufsuchen und finden wird, ist die eben eintretende Periode des Verwelkens, wenn die Blumenblätter abzufallen beginnen. Bei ganz frischen Blüthen werden selten stark bestäubte Narben zum Vorschein gelangen.

49. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung des Fruchtknotens.**

Bekanntlich ist der Stempel auch aus Blättern, den sog. Fruchtblättern, hervorgegangen, und daher sind Fruchtknoten sowohl, als Griffel mit einer Epidermis überzogen. Ziehen wir ein Stück dieser Oberhaut von dem unreifen Fruchtknoten einer Tulpe ab, so sehen wir fünf- oder sechsseitige, irreguläre Zellen und zwischen denselben zahlreiche Schliesszellen mit hübschen, deutlichen Spaltöffnungen. — Die innere Höhlung des Fruchtknotens ist nicht mit einer Oberhaut von gewöhnlicher Beschaffenheit, sondern mit einem sog. Epithelium ausgekleidet. Um dieses Fruchtknotenepithel zu demonstriren, führen wir durch den obersten Theil des Tulpenfruchtknotens einen feinen Querschnitt. Dieser zeigt uns in seinem Centrum die dreistrahlige Fruchtknotenhöhle, eingefasst von einem Kranze papillenartiger Zellen (Epithelzellen). — Will man den eigentlichen Inhalt des Fruchtknotens (d. h. die Samenknospen) und den anatomischen Bau desselben näher studiren, so legt man ganz dünne Querschnitte durch den mittlern oder untern Theil eines nicht allzu dicken Ovariums (von Tulpe). Bei diesem äusserst zarten Scheibchen bemerken wir an der Peripherie zunächst die strukturlose Cuticula und innerhalb derselben die rechteckig geformten, lufthaltigen

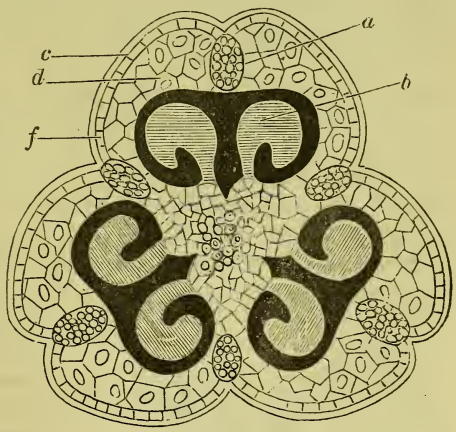


Fig. 89.
Querschnitt durch den Fruchtknoten einer Tulpe. *a* Gefässbündel, *b* Samenknospe, *c* Cuticula, *d* Fruchtknotenparenchym, *f* Epidermis.

Epidermiszellen. Ferner treten auch die querdurchschnittenen Schliesszellen, sowie die Spaltöffnungen und Athemhöhlen sehr schön zu Tage. Innerhalb der Oberhaut liegt das umfangreiche, chlorophyllhaltige Fruchtknotenparenchym, welches hier von sechs Gefässbündeln durchzogen ist. Dieses Gewebe ist aber nicht, wie dasjenige der meisten Laubblätter, aus zwei deutlich getrennten Schichten zusammengesetzt, sondern wir bemerken in diesem Zellgewebe fast lauter gleich gestaltete, polygonale oder länglich runde Zellen. Der dreieckige, an den Ecken etwas abgerundete Fruchtknotenschnitt besitzt in seinem Innern drei Höhlungen, die sog. Fruchtknotenhöhlen oder -Fächer, in denen je zwei grosse gegenläufige Samenknospen an achsenständigen Samenträgern befestigt sind. Wir überzeugen uns an dem Präparat ganz klar, dass der Keimmund (Mikropyle) zum Anheftungspunkt (Nabel) heruntergekrümmt ist, wobei der Knospenkern gerade verläuft. Die drei dicken Scheidewände des Tulpenfruchtknotens sind ihrer Entstehung gemäss doppelt, erscheinen jedoch im Präparat durchaus einfach und gleichförmig. Sie haben sich an ihrem Ende zu Samenleisten umgeformt, und da sich an jeder Scheidewand zwei Samenträger vorfinden, so sind hier die Samenknospen zweireihig angeordnet.

50. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung der Staubblätter (Staubgefässe von Feuerlilie).**

Um den anatomischen Bau der Staubblätter zu erforschen, verschaffen wir uns z. B. ein Staubgefäss einer Feuerlilie, Kaiserkrone u. s. w. und ziehen vom Staubträger desselben ein Stück Oberhaut ab. Wir erblicken langgestreckte, geradwandige Zellen mit spärlichen Schliesszellen und sehr deutlichen Spaltöffnungen. — Ein feiner Querschnitt durch den Staubfaden zeigt uns am Rande die Epidermis und innerhalb derselben ein homogenes Parenchym, bestehend aus polyedrischen (sechseckigen), chlorophyllhaltigen Zellen. Genau im Centrum liegt ein Gefässbündel, das den Staubträger in seiner ganzen Länge durchzieht, ohne sich zu verästeln. — Um ein getreues Bild von der Wandung der Antherenfächer zu bekommen, fertigen wir uns zarte Querschnitte

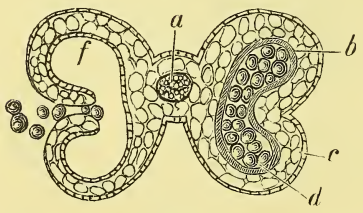


Fig. 90.

Querschnitt durch das Staubgefäss der Kaiserkrone (*Fritillaria imperialis L.*), *a* Gefässbündel, *b* Staubbeutelparenchym, *c* Epidermis vom Staubbeutel, *d* Pollenkörner, *f* innerer Hohlraum des Staubbeutels.

durch den Staubbeutel einer im Aufblühen begriffenen Feuerlilie. An demselben erkennen wir zwei scharf getrennte Zellschichten: die äussere, epidermisartige Haut und ein inneres, umfangreiches, aus fünf- oder sechseckigen Netz- oder Spiralfaserzellen bestehendes Zellgewebe, durch welches das elastische Aufspringen der reifen Antheren wesentlich gefördert wird. Ungefähr in der Mitte des Objektes liegt das Gefässbündel des Staubfadens. Im Fernern erblicken wir vier mit Pollen erfüllte Antherenfächer. Lassen wir das Präparat ein oder zwei Tage liegen und üben auf dasselbe einen leichten Druck aus, so schnellen die Ränder der Staubblätter auseinander, und wir erhalten das Bild, wie es in Wirklichkeit existirt, wenn sich die Staubsäcke zur Zeit ihrer Reife öffnen. Wir sehen nur noch zwei Antherenfächer, sowie den weiten Spalt, durch den die Pollenkörner hervortreten.

51. Präparat: **Mikroskopische Untersuchung der Frucht.**

Ein hübsches Fruchtpräparat bildet die Stachelbeere (oder Johannisbeere). Ein Querschnitt durch die Mitte einer unreifen, grünen Stachelbeere lässt schon bei schwacher Vergrösserung die drei Fruchthäute vollkommen deutlich zu Tage treten. Das Mesocarpium hat sich hier in eine saftige Substanz, das sog. Fruchtfleisch, umgewandelt. Letzteres stellt unter dem Mikroskop ein schwammiges Gewebe vor, dessen Zellen Kugel- oder Sphäroidgestalt besitzen und nur locker miteinander verbunden sind. Ausser zahlreichen, zierlichen Krystalldrusen entdecken wir im Fruchtfleisch der Stachelbeere auch noch abgerollte Spiralfasern und querdurchschnittene Gefässbündel. Ein sehr hübsches Bild gewähren die Samenkerne. Letztere sind mit einem halbdurchsichtigen Häutchen (Kernhäutchen) umgeben, dessen Zellen als eine Reihe stabförmiger Röhren mit verdickten Wänden auf sehr zierliche Weise wie Orgelpfeifen nebeneinander gestellt sind (siehe pag. 137).

Als weiteres instruktives Objekt möchten wir einen Querschnitt durch eine unreife, ganz junge Kirsche anempfehlen. Wenn die Verholzung der innern Fruchthaut erst begonnen, so lässt sich diese Frucht noch leicht mit dem Rasirmesser schneiden. Ein derartiges Präparat zeigt uns die Schichtung der Fruchtschale auf's klarste. Wir bemerken an der Peripherie die dünne, äussere Fruchthaut, das noch chlorophyllhaltige Fruchtfleisch und das grau gefärbte Endocarpium, das aus polygonalen, noch nicht verholzten Zellen besteht und bei diesem Reifezustand die dickste Schicht repräsentirt. Zu innerst liegt, vom Endocarpium vollständig abgetrennt, der Same mit einer deutlichen Samenschale. — Untersuchen wir

die innere Fruchthaut, resp. den Stein, einige Zeit später, so machen die betreffenden Zellen auf uns einen ganz andern Eindruck. Es sind dies jetzt poröse Zellen mit stark verdickten Wänden (vide pag. 136).

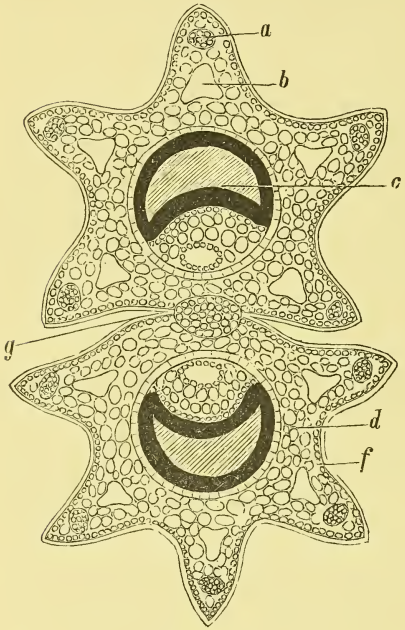


Fig. 91.

Querschnitt durch die Frucht der Süssdolde. *a* Gefässbündel, *b* Striemen, *c* Samen, *d* Fruchtparenchym, *f* Epidermis, *g* Fruchtträger mit Gefässbündel.

Schliesslich sei noch der Umbelliferenfrucht Erwähnung gethan. Als geeignete Objekte wählen wir: Gemeine Möhre, Bärenklau, gemeine Petersilie, Kümmel, Fenchel, Süssdolde etc., legen aber die Schnitte vor eingetretener Fruchtreife. Ein Querschnitt durch ein Doppelachenium der Süssdolde *(Myrrhis odorata Scop.)* zeigt uns im Centrum den querdurchschnittenen Fruchtträger mit deutlichem Gefässbündel. Ferner erkennen wir die fünf Hauptrippen oder Hauptriefen (mit hübschen Gefässbündeln) als erhöhte Streifen auf der gewölbten Rückenfläche. Die zwischen den Rippen sichtbaren Vertiefungen werden Thälchen (Rillen) genannt. Unter ihrer Oberfläche finden sich ölführende Kanälchen, die sog. Oelgänge oder Striemen, die ein ätherisches Oel enthalten. Im Querschnitt erscheinen diese Striemen als dreieckige Hohlräume im Fruchtparenchym. Die beiden Samen weisen hier eine concavconvexe Gestalt auf.

52. Präparat: **Anatomie eines einjährigen Ahornzweiges.**

a) **Querschnitt.** Im Centrum desselben erblicken wir das umfangreiche Mark, das hier den grössten Theil des Schnittes einnimmt. Dasselbe besteht aus vier-, fünf- oder sechsseitigen Zellen, die sehr kleine, meist dreiseitige Intercellularräume zwischen sich lassen. Um das Mark herum liegt als concentrischer Ring die ziemlich dicke Holzschicht. Dieselbe ist aus keilförmigen Gefässbündeln zusammengesetzt, welche in einem geschlossenen

Kreise liegen. Jedes Gefässbündel weist drei Bestandtheile auf: den Basttheil, die Cambiumschicht und den eigentlichen Holztheil mit den Gefässen. Beim Holztheil bemerken wir zu innerst einen deutlichen Gefässring (Spiralgefässe), der das eigentliche Holz von dem Marke abgrenzt u. Letzteres gleich einer Scheide umschliesst, die sogenannte Markscheide. Der Holztheil der Gefässbündel zeigt auf dem Querschnitt mitten in einem dichten, mit kleinen Löchern besäeten Gewebe zahlreiche, weit grössere Oeffnungen. Dies sind poröse Gefässe. Die kleinern, porenartigen Löcher dagegen repräsentiren uns die querdurchschnittenen, dickwandigen Holzzellen. Auf den Holztheil folgt nach aussen hin der zweite Hauptbestandtheil der Gefässbündel, das sog. Bildungsgewebe, die Safthaut oder das Cambium. Es besteht aus kleinen, länglichen, ausserordentlich zartwandigen, chlorophyllhaltigen Zellen, die im Innern mit Plasma erfüllt sind. An der Peripherie der Holzschicht treffen wir eine Anzahl Zellen mit sehr dicken, geschichteten Wänden und dunkelm Centrum, die in Form eines Halbmondes, der seine convexe Seite nach aussen kehrt, zusammengruppirt erscheinen. Dieser Halbmond ist von dem übrigen Theil des Gefässbündels durch die grünliche Cambiumschicht geschieden und stellt den durchschnittenen Bastring vor. — Zwischen den einzelnen Gefässbündeln zeigen sich in radialer Richtung die sog. Markstrahlen, eine einfache oder doppelte Reihe von tafelförmigen, zartwandigen Markzellen, welche eine Verbindung zwischen Mark und Rinde herstellen und die einzelnen Bündel von einander trennen. — Am äussern Umfang unseres Präparates bemerken wir schliesslich die Rinde, umschlossen von

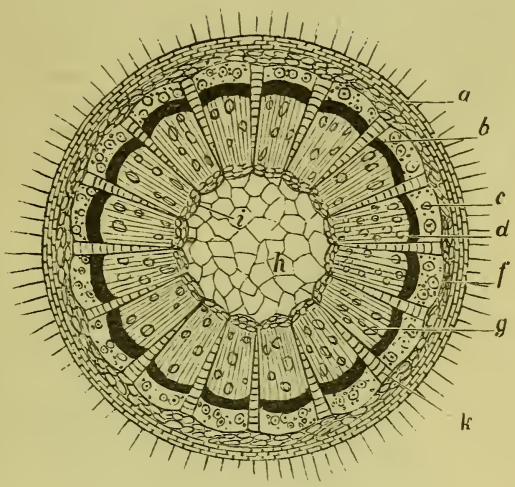


Fig. 92.

Querschnitt durch Ahorn. *a* Epidermis mit Haaren, *b* Cambiumschicht, *c* Basttheil der Gefässbündel, *d* Holztheil derselben mit den Gefässen, *f* Rinde, *g* einzelnes Gefäss, *h* Mark, *i* Markscheide, *k* Markstrahlen.

den Epidermiszellen, die sich hier an einzelnen Stellen zu Haaren verlängert haben. Die Rinde zerfällt bei diesem Präparat in zwei Schichten, von denen die eine aus rundlichen, chlorophyllhaltigen Zellen zusammengesetzt ist und daher ein grünliches Aussehen hat, während die andere eine röthliche oder bräunliche Farbe aufweist und aus quadratischen oder rechteckigen Zellen besteht. — Untersuchen wir einen mehrjährigen Ahornzweig, so finden wir an Stelle der Oberhaut sechs flügelartige Korklappen (siehe Anmerkung) mit flachen, rechteckigen, lufterfüllten Zellen.

b) **Radialschnitt.** Dieser zeigt uns von innen nach aussen: das polyedrische Markgewebe, zwei oder drei Spiralgefässe der Markscheide, zwischen dickwandigen, langgestreckten Holzzellen mehrere

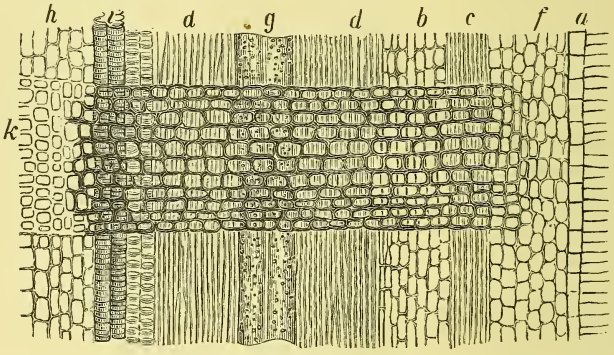


Fig. 93.

Radialschnitt durch Ahorn. (Buchstabenbezeichnung siehe Querschnitt.)

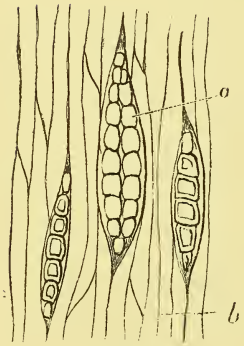


Fig. 94.

Tangentialschnitt durch Ahorn. *a* Querschnitt der Markstrahlen. *b* Holzzellen.

poröse Gefässe, die länglich-rechteckigen, zartwandigen Cambiumzellen, die faserigen, zähen Baströhren, die Rindenzellen und die Epidermiszellen mit den Haaren. Quer durch den Längsschnitt hindurch verlaufen an einzelnen Stellen Streifen von quadratischen Zellen. Diese Bänder stellen die in der Längsrichtung durchschnittenen Markstrahlen vor.

c) **Tangentialschnitt.** Der Tangentialschnitt dient namentlich dazu, um den linsenförmigen Querschnitt der Markstrahlen und die Holzzellen zu demonstriren. Auf einem derartigen Schnitt treten die dickwandigen Holzzellen mit einzelnen punktirten Gefässen sehr schön zu Tage. Hat der Schnitt bereits den

Holzkörper getroffen, so bietet uns derselbe die spindel- oder linsenförmigen Querschnitte zahlreicher Markstrahlen kurz vor ihrer Einmündung in die Rinde. Manche dieser Strahlen bestehen nur aus einer, manche aus zwei Reihen quadratischer, resp. cubischer Zellen. (Bleibender Einschluss in verdünntes Glycerin.)

Anmerkung. Das Korkgewebe besteht aus tafelförmigen, flachen Zellen von nahezu quadratischer oder rechteckiger d. h. parallelepipedischer Gestalt, die in radialen Reihen angeordnet sind. Die lufterfüllten Korkzellen besitzen nur wenig verdickte, elastische Wandungen aus Korkstoff *(Suberin)*; sie schliessen ohne Intercellularräume aneinander und gleichen bezüglich ihrer physikalischen Eigenschaften der Cuticula; sie sind undurchdringlich

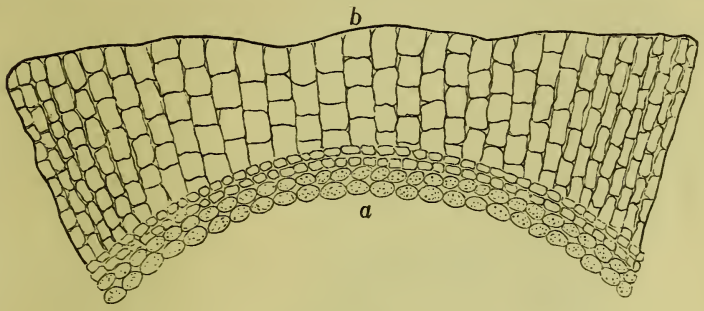


Fig. 95.
Flügelartiger Korklappen von Ahorn. *a* Rinde, *b* Korkschicht.

für Wasser und Luft und verhindern daher die Verdunstung von Wasser durch die Rinde hindurch. Reservestoffe und Blattgrün bilden sich im Korkgewebe nicht; es ist ein saftloses, todtes Gewebe, das ohne Schaden für die Pflanze entfernt werden kann. (Dies geschieht bei der Korkeiche alle acht bis zehn Jahre.) Durch dasselbe werden die Oberhautzellen sehr bald zersprengt und zerstört, und endlich ist die Rinde, anstatt mit einer Epidermis, mit einer schützenden Korkschicht überzogen (Bäume und Sträucher). — Der Kork ist bei manchen Bäumen und Sträuchern (Korkeiche, Feldahorn, Johannisbeere) zwischen Bast und Rinde, sowie an der Oberfläche von Wurzeln und Knollen (Kartoffel) ziemlich allgemein verbreitet. Auch an denjenigen Stellen, wo saftige, holzige Pflanzentheile verwundet werden, tritt gewöhnlich eine Korkbildung ein, welche die Wunde binnen kurzer Zeit überzieht und vor schädlichen Einwirkungen von aussen schützt. — Von dünnen Korkschichten rühren auch die rauhen, braunen Flecke her, die man so häufig auf der Schale von Aepfeln, Birnen und anderm Obste bemerkt. — Um Korkzellen zu demonstriren, mache man etwa folgende Präparate: Längsschnitt durch das Rindengewebe einer jungen Kartoffelknolle, Querschnitt durch einen zweijährigen Zweig von Feldahorn, Querschnitt durch einen einjährigen Stamm von Johannisbeere, Schnitt durch Pantoffelholz etc.

53. Präparat: **Schnitte durch einen Eichenzweig.**

a) **Querschnitt.** Die Markzellen sind hier polygonal und schliessen zahlreiche Stärkekörnchen ein. Im Holzkörper kommen

schmale und breite oder einreihige und mehrreihige Markstrahlen nebeneinander vor. Die Jahrringe sind undeutlich; dagegen finden sich viele aussergewöhnlich weite Gefässe als grosse, nahezu kreisrunde Oeffnungen mit deutlich erkennbarer Wandung. Die Holzzellen erscheinen im Querschnitt meist viereckig (auch fünf- oder sechseckig); sie sind sehr dicht zusammengestellt und besitzen auffallend verdickte Wände. Hieraus erklärt sich die Festigkeit und Schwere des Eichenholzes. Die breite Rindenschicht beherbergt einzelne Krystalle und ganze Krystalldrusen.

b) **Tangentialschnitt.** Dieser repräsentirt die langgestreckten, stark verdickten Holzzellen und die linsenförmigen, bald einreihigen, bald vielreihigen Querdurchschnitte der Markstrahlen. Daneben bemerken wir weite Tüpfelgefässe (ohne Höfe).

c) **Radialschnitt.** Lange Holzzellen, Markstrahlen im Längsschnitt, viele Tüpfelgefässe.

Anmerkung. Zur mikroskopischen Untersuchung einer strauchartigen Dicotyle ist namentlich *Kerria japonica D. C.* zu empfehlen, ein zu den *Rosaceen* zählender Zierstrauch mit kugeligen, gelben, gefüllten Blüthen. Ein Querschnitt durch einen einjährigen Zweig zeigt uns zahlreiche Gefässbündel, die in Gestalt eines geschlossenen Kreises um das Mark gelagert erscheinen. Sie sind durch schmale Markstrahlen von einander getrennt; jedes Bündel lässt Gefässschicht, Holztheil, Cambium und Bastschicht scharf erkennen (siehe Fig. 96). Die Rinde ist in zwei Partien geschieden, von denen die innere durch Chlorophyll grün gefärbt erscheint. Das Mark besteht aus polygonalen Zellen. (Auch ein Schnitt durch einen Stachelbeerzweig liefert ein hübsches Objekt. Mark, Holz und Rinde scharf getrennt; breiter Holzring.)

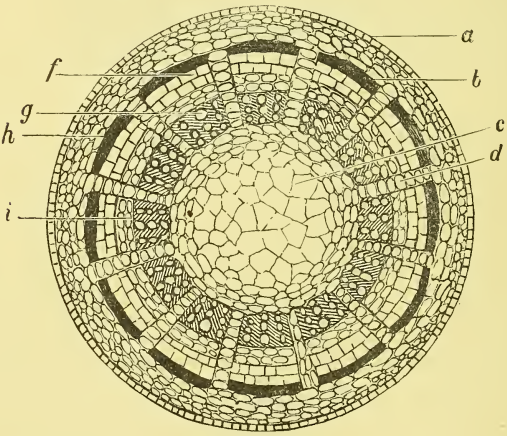


Fig. 96.

Querschnitt durch einen Zweig von *Kerria japonica D. C.* *a* Epidermis, *b* Rinde, *c* Mark, *d* Markstrahl, *f* Cambium, *g* Gefäss, *h* Bast, *i* Holztheil.

54. Präparat: **Anatomie des Ricinusstengels.**

a) **Querschnitt.** Das voluminöse, meist polyedrische (im Durchschnitt sechsseitige) Mark besitzt in seinen Zellen deutliche Zell-

kerne, die zuweilen sogar in Theilung begriffen sind. Diese Zellkerne trifft man jedoch bloss in Schnitten von Zweigen oder ganz jungen Stengeln. Bei ältern Stengeln sind sie nicht mehr vorhanden; dagegen sieht man hier in Mark und Rinde zahlreiche, hübsche Krystalldrusen. Der bei ältern Stengeln ziemlich dicke Holzkörper ist von vielen schmalen, einreihigen Markstrahlenzellen durchzogen. Die im Durchschnitt fünf- oder sechsseitigen Holzzellen weisen ziemlich grosse Oeffnungen und schwach verdickte Wände auf. Die Gefässe selbst sind nicht besonders zahlreich; dagegen erscheinen sie als relativ weite Löcher mit deutlicher Wandung. Auf den eigentlichen Holzkörper folgen nach aussen hin: das Cambium, der dickwandige Bast, die rundlichen, krystall- und chlorophyllhaltigen Zellen der dicken Rindenschicht und endlich die aus einer Zellreihe bestehende Epidermis. — In jüngern Stengeln oder Zweigen sind diese verschiedenen Partien nicht so scharf von einander zu unterscheiden. Die acht bis neun Gefässbündel sind hier voluminös, liegen in einem Kreis, haben zahlreiche Spiralgefässe und sind durch ansehnliche Lagen von Markgewebe von einander getrennt, nahezu isolirt. Holzzellen kommen nur in geringer Zahl (und ohne dicke Wände) vor, weshalb der Holzring im Jugendzustande der Pflanze sehr schmal ausfällt. Die Rinde zeigt eine äussere graue und eine innere grüne Partie. Im Centrum des Schnittes (Fig. 97) ist ein Hohlraum wahrzunehmen.

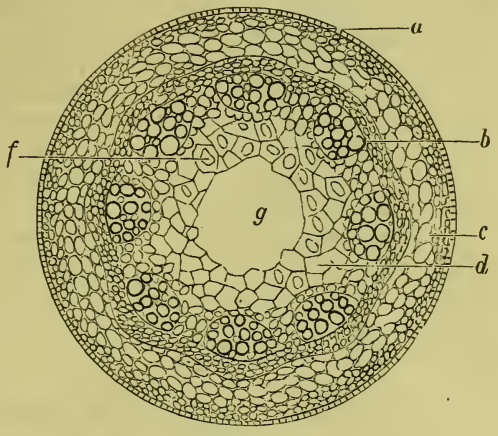


Fig. 97.

Querschnitt durch Zweig von Ricinus. *a* Epidermis, *b* Gefässbündel, *c* Rinde, *d* Mark, *f* Markzelle mit Zellkern, *g* Hohlraum.

b) **Längsschnitt** (radial). Der Längsschnitt ergibt natürlich die nämliche Reihenfolge der Schichten, wie der Querschnitt. Sehr schön treten hier die Spiralgefässe zu Tage, die Spiralfasern stellenweise freiliegend, ausgezogen. Zwischen den Holzzellen beobachten wir auch mehrere ganz weite Tüpfelgefässe mit länglichen Tüpfeln.

55. Präparat: **Stengel der Gartenbalsamine.**

a) **Querschnitt.** Um das grosszellige, polyedrische Mark zieht sich ein im Allgemeinen dunklerer Ring, durch die sich fast berührenden Gefässbündel gebildet. Die Gefässe lassen sich darin in grosser Anzahl erkennen, weniger leicht die Markstrahlen, welche zwischen den Bündeln hindurch zur Rinde führen. Der äussere Theil des Gefässbündelringes besteht aus zartwandigen Zellen: es ist das Cambium. Die Bastschicht ist in Schnitten junger Stengel nicht deutlich wahrnehmbar. Holzzellen polygonal mit dünnen Wänden. Die breite Rindenschicht zeigt von innen nach aussen zunächst grosse Zellen, dann ein Band kleinerer, etwas zusammengedrückter Zellen und endlich die Epidermiszellen, die nach aussen hin eine sehr verdickte Wand erkennen lassen. Mark und Rinde enthalten Haufen von kleinen, nadelförmigen Krystallen (Raphiden).

b) **Längsschnitt** (radial). Der Längsschnitt ist von besonderer Wichtigkeit, weil er dreierlei Gefässe zu Tage fördert: Spiralgefässe, Ringgefässe und Netzgefässe. Bei den Ringgefässen liegen die einzelnen Ringe weit auseinander und wechseln mit kurzen Spiralen ab.

56. Präparat: **Stengel der deutschen Schwertlilie** *(Iris germanica L.).*

a) **Querschnitt.** Betrachten wir einen zarten Querschnitt durch einen Iris-Stengel nur ganz oberflächlich durch das Mikroskop, so vermögen wir sofort den Hauptunterschied zwischen den Stengeln der ein- und zweisamenlappigen Pflanzen herauszufinden, nämlich den, dass hier die Gefässbündel nicht regelmässig in einer Kreislinie angeordnet sind, sondern ohne Ordnung im Grundgewebe des Stengels zerstreut liegen und zwar so, dass in der Mitte des Stengels sich in der Regel weniger Gefässbündel vorfinden, als an der Peripherie desselben. Dies ist auch der Grund, warum der Monocotylen-Stengel im Gegensatz zu dem der Dicotylen gegen den Umfang hin härter ausfällt als im Innern. Im Fernern sehen wir, dass die äussern Gefässbündel in der Regel einen weit kleinern Umfang aufweisen, als die mehr nach der Mitte zu liegenden. Bei den Gräsern und manchen Zwiebelgewächsen zeigen sich im Centrum des Schnittes gar keine Gefässbündel; das Mark ist hier gänzlich verschwunden und der Stengel hohl geworden. — Jedes Gefässbündel besteht hier nur aus Basttheil und Holztheil; die Cambiumschicht ist nicht mehr sichtbar. Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Arten von Gefässbündeln liegt noch darin, dass bei den Bündeln der Monocotylen der Basttheil, in denen der Dicotylen der Holztheil vor-

herrscht. Hieraus erklärt es sich, warum bei Pflanzen mit zerstreuten Gefässbündeln seltener eine eigentliche Holzbildung zum Vorschein kommt (Bambus, Palme). — Das polygonale Markgewebe ist bei unserm Präparat sehr ausgedehnt; es nimmt fast den ganzen Stengel ein und besitzt zahlreiche, im Durchschnitt dreieckige Intercellularräume. Es erscheint nicht deutlich von dem Holzkörper abgegrenzt, da eben die Markscheide fehlt. Die Markstrahlen und Jahrringe fallen hier gleichfalls weg. Auch die chlorophyllhaltige, aus polyedrischen Zellen gebildete Rinde ist nicht so bestimmt von dem Holz geschieden und stets nur in geringem Masse entwickelt. Mark, Holz und Rinde sind also bei den Monocotylen nicht scharf von einander getrennt. An der Peripherie wird die Rinde von einer einschichtigen Epidermis begrenzt.

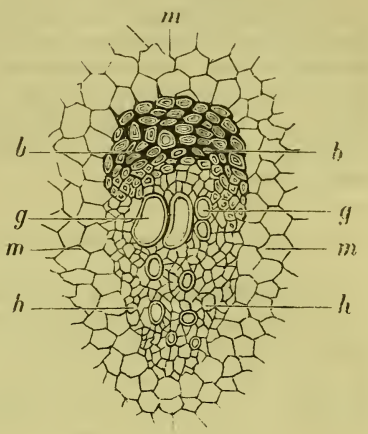


Fig. 98.

Querschnitt eines Gefässbündels aus dem Stengel einer Monocotyle. *m* umgebendes Markgewebe, *b* Basttheil, *h* Holztheil, *g* Gefässe.

b) **Längsschnitt** (radial). Den Haupttheil des Radialschnittes nimmt natürlich auch wieder das Markgewebe ein. Dasselbe wird von mehreren Gefässbündeln in Gestalt ziemlich breiter, paralleler Längsstreifen durchsetzt. In dem einzelnen Bündel sehen wir hübsche Spiral- und Ringgefässe (Ringe in grossen Distanzen über einander und mit kurzen Spiralen in Abwechslung). Die zahlreichen, dickwandigen, langgestreckten Bastzellen sind namentlich in den der

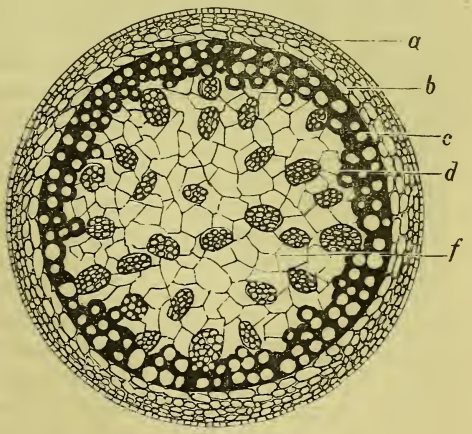


Fig. 99.

Querschnitt durch den Stengel von *Funkia ovata Spr.* *a* Epidermis, *b* Rinde, *c* Bastring, *d* Gefässbündel, *f* Mark.

Rinde zunächst liegenden Gefässbündeln deutlich wahrzunehmen. Den Rand des Objektes nimmt die Epidermis mit ihren sehr in die Länge gezogenen Zellen ein.

Anmerkung. Einen sehr hübschen Querschnitt liefert auch *Funkia ovata Spr.*, eine bekannte Gartenzierpflanze aus der Familie der *Liliaceen* (siehe Fig. 99). In demselben tritt namentlich der gelb gefärbte Bastring sehr deutlich zu Tage. Das Mark besteht hier gleichfalls aus polygonalen Zellen, die Rinde aus zwei Schichten, von denen die innere durch Chlorophyll grün gefärbt erscheint. — Die dem Bastring zunächst liegenden Gefässbündel weisen ganz scharf einen Bast- und einen Holztheil auf. Das Cambium hat sich bereits in Holzzellen und Gefässe umgewandelt und ist deshalb nicht mehr sichtbar.

57. Präparat: **Bau des Coniferenstammes (gemeine Föhre).**

a) **Querschnitt.** Im Centrum des Präparates erblicken wir das aus kugeligen Zellen zusammengesetzte Markgewebe, das mit dem Alter des Zweiges immer mehr an Umfang abnimmt. Dominirend ist hier der Holzkörper. Die querdurchschnittenen Holzzellen erscheinen als grössere und kleinere, meist unregelmässige Vierecke. Die Wandungen sind in der Regel nur schwach verdickt. Die grössern dieser Vierecke gehören innerhalb eines und desselben Jahrringes jeweils dem Frühjahrtrieb, die kleinern dagegen dem Spätsommer- oder Herbsttrieb an. Die Zellen des Herbstholzes sind aber nicht nur kleiner, sondern auch viel dickwandiger, als die des Frühlingsholzes. Auf diesem verschiedenartigen Aussehen von Frühlings- und Herbstholz beruht die Entstehung der Jahresringe, die hier weit schärfer zu Tage treten, als bei den Laubhölzern. Die schmalen Markstrahlen durchsetzen den Holzkörper in radialer Richtung und in Gestalt einreihiger Zellen. Charakteristisch für den Coniferen-Querschnitt ist der gänzliche Mangel der Gefässe. Man sieht zwar im Holz sowohl,

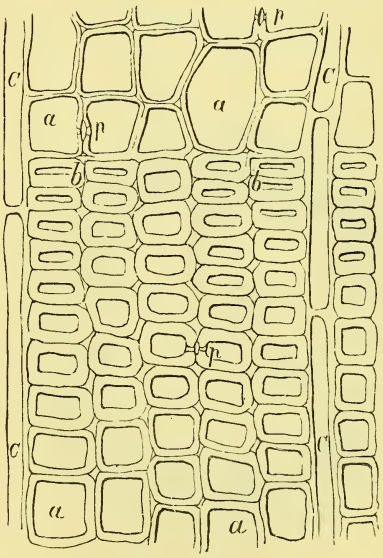


Fig. 100.

Querschnitt durch Föhre. *a* Frühlingsholz, *b* Herbstholz, *p* Tüpfel, *C* Markstrahlen.

als auch namentlich in der Rindenschicht mehr oder weniger rundliche Löcher (das Zellgewebe scheint zerrissen) von verschiedener Grösse (die grössten in der Rinde). Diese Löcher stellen aber keineswegs Gefässe vor, denn es fehlen ihnen die Wandungen. Vielmehr repräsentiren sie eine spezielle Art von Intercellulargängen, die sog. Harzgänge (Harzkanäle). Hat der Schnitt gerade die Mitte einer Tüpfelreihe getroffen, so gewahren wir auch die querdurchschnittenen, linsenförmigen Tüpfelräume und die davon ausgehenden, sehr kurzen Tüpfelkanäle (siehe Radialschnitt).

b) **Radialschnitt.** Ein vom Mark bis zur Rinde gehender vollständiger Radialschnitt zeigt von innen nach aussen: die kugeligen

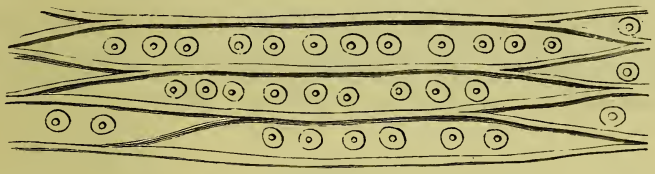


Fig. 101.
Radialschnitt durch Föhre.

Markzellen, die langgestreckten, weiten Holzzellen und die verschiedenartig gestalteten Rindenzellen. Unterziehen wir vor allem aus die Holzzellen einer etwas genauern Betrachtung. Dieselben erscheinen im Längsschnitt als weite, langgestreckte Zellen mit ziemlich dicken Wandungen. Ihre schief abgestutzten Enden sind keilartig in einander geschoben. Charakteristisch für dieselben sind die sog. gehöften Tüpfel, d. h. Tüpfel, die mit einem zweiten Ring oder Hof umgeben sind. Im Präparat erscheinen dieselben als eine einfache Längsreihe von kleinen Doppelkreisen. An manchen Stellen bemerkt man die wie die Quadersteine einer Mauer angeordneten Zellen der relativ schmalen Markstrahlen, welche die Holzzellen in horizontaler Richtung durchkreuzen.

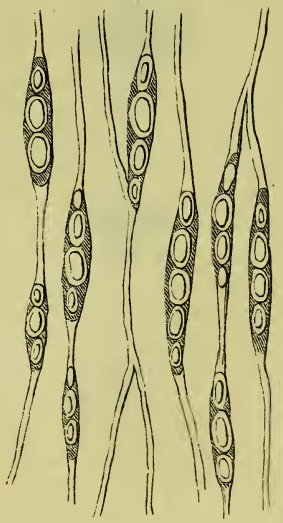


Fig. 102.
Tangentialschnitt durch Föhre.

c) **Tangentialschnitt.** Dieser Schnitt zeigt wieder die langen, an beiden Enden keilförmig zugespitzten Holzzellen mit den ge-

höften Tüpfeln. Dagegen sieht man dazwischen kleinere, einreihig angeordnete, ovale Zellen, den Markstrahlen zugehörend (Querschnitt der Markstrahlen). In der Rindenschicht treffen wir häufig kleine, isolirte Krystalle in Gestalt vierseitiger Prismen (auch Rhomboëder).

Bei Coniferen-Präparaten ist es durchaus nothwendig, das Rasirmesser oder die Schnittfläche des Objektes statt mit Wasser mit Alkohol zu befeuchten. Auch wird es in der Regel vortheilhaft sein, die Schnitte vor der Beobachtung in Alkohol zu legen, theils um die Luft auszutreiben, theils um das vorhandene Harz zu lösen. Bleibende Präparate schliesst man in Harz ein.

Anmerkung. Ueber die Tüpfelzellen im Allgemeinen haben wir bereits früher das Nothwendigste gesagt (siehe pag. 135). Fügen wir an dieser Stelle nur noch Einiges bei zur Erklärung der Tüpfelhöfe. Die Tüpfel der Coniferen sind linsenförmige Hohlräume, die innerhalb der Verdickungsschichten von je zwei benachbarten Zellen liegen und die im Jugendzustande der Zelle durch die ursprüngliche, gemeinsame Zellmembran (sog. Mittellamelle) in zwei getrennte Räume von planconvexer Gestalt geschieden werden. Jene linsenförmigen Tüpfelräume, die Anfangs mit Saft, später mit Luft erfüllt sind, erkennt man leicht auf geeigneten Querschnitten. Gehen Letztere genau durch die Mitte des Tüpfels, so sieht man innerhalb der Verdickungsschichten von je zwei Nachbarzellen kleine, länglichrunde, nach beiden Enden scharf zugespitzte Figuren (sphärische Zweiecke). Dies sind die durchschnittenen Hohlräume, die von jeder Seite einen kleinen Eingang d. h. einen ganz kurzen, einfachen Tüpfelkanal aufweisen. Haben wir den Querschnitt etwas unterhalb oder oberhalb der Mitte geführt, so kommen nur noch die durchschnittenen Tüpfelräume zum Vorschein und zwar wieder als sphärische

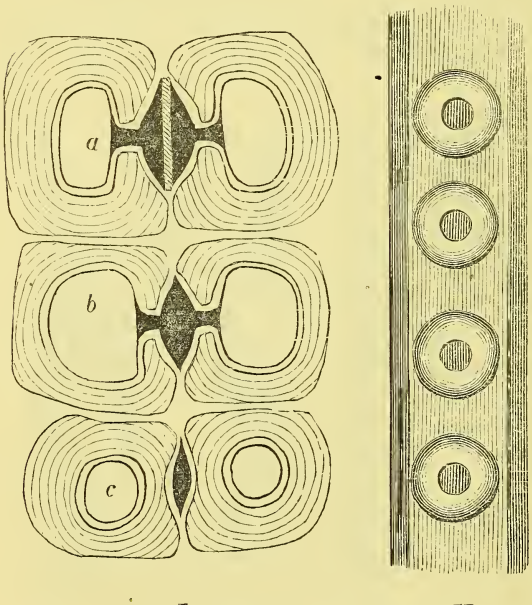


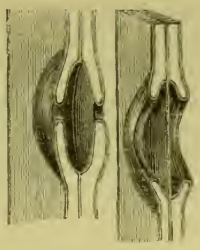
Fig. 103.

Gehöfte Tüpfel.

I Tüpfel im Querschnitt. *a* Geschlossener Tüpfel mit zwei Tüpfelkanälen und (schraffirter) Mittellamelle, *b* offener Tüpfel mit zwei Kanälen, *c* Tüpfel ohne Tüpfelkanäle (Schnitt unterhalb der Mitte).

II Tüpfel von der Flächenansicht (Längsschnitt).

Zweiecke (oder Ellipsen), die aber kleiner sind, als im vorigen Schnitt. Dagegen sind hier die kurzen Tüpfelkanäle nicht sichtbar. Führen wir dagegen einen Längsschnitt (radial oder tangential) in der Richtung der zusammenstossenden Zellwände, so sehen wir die Tüpfel auf der Flächenansicht, und wir erblicken zwei concentrische Kreise. Der grössere derselben stellt die Grenze des linsenförmigen Hohlraumes vor, indem diese Grenzlinie (Kreis) durch die transparente Zellstoff-Ablagerung hindurchschimmert. Der kleinere Kreis entspricht dem Tüpfelkanal. Im Alter verschwinden gewöhnlich die ursprünglichen zarten Zellhäute, so dass dadurch wirklich durchlöcherte Zellen (offene Tüpfel) zum Vorschein kommen. Die Löcher oder Poren der Zellwände erkennt man zuweilen (bei geeigneter Beleuchtung) deutlich als kleine, röthlich konturirte, kreisförmige Oeffnungen, umgeben von dem concentrischen Hofe.



II *I*

Fig. 104.

I Schematische perspectivische Zeichnung eines jungen Tüpfels im Längsschnitt (mit Mittellamelle).
II Nämliche Darstellung eines ältern, bereits offenen Tüpfels.

Allgemeines über die mikroskopische Untersuchung der Wurzel.

Um den innern Bau der Wurzel zu studiren, schlägt man das gleiche Verfahren ein, wie bei der Anatomie des Stengels; man macht sich Quer-, Radial- und Tangentialschnitte. Vergleicht man diese mit den entsprechenden Schnitten des Stengels, so findet man, dass im Allgemeinen die Wurzel dem Stengel ganz analog gebaut ist. Bei den Wurzeln der Dicotylen z. B. nimmt der Holzkörper weitaus den Haupttheil ein, und zwar sind hier die Zelllumina von Holzzellen und Gefässen bedeutend weiter als im Stengel, woher das geringere spezifische Gewicht und der dadurch bedingte geringere Brennwerth des Wurzelholzes herrührt. (Die Zellwände selbst erscheinen weniger verdickt). Bei den meisten Dicotylen ist ein centrales Mark vorhanden, aber nur in geringem Umfang. Zuweilen fehlt dasselbe ganz; es ist verholzt. Die dicke Rindenschicht zeigt hier kein Chlorophyll; dagegen trifft man häufig in Rinde und Holz zahlreiche, grosse Krystalldrusen. Unter den verschiedenen Gefässformen sind in der Wurzel Tüpfel-, Treppen- und Netzgefässe am meisten verbreitet; Spiral- und Ringgefässe kommen in der Regel bei der Dicotylen-Wurzel gar nicht und in der der Monocotyledonen nur selten vor. Zeigt der Wurzelquerschnitt Jahresringe (wie bei den Coniferen), so sind dieselben weit schmäler als im Stamm. — Dass die Holzzellen in der Wurzel weiter sind als im Stengel, sehen wir namentlich sehr deutlich auf einem Längsschnitt durch den Wurzelast eines Nadelholzes (Föhre). In den meisten breiteren Holzzellen treffen wir zwei oder drei Tüpfelreihen, während

die schmälern Zellen des Stammes stets nur eine solche Reihe aufweisen. Sodann stehen hier die gehöften Tüpfel nahe beisammen, bedeutend näher als in den Holzzellen des Stammes.

Die meisten Monocotyledonen-Wurzeln besitzen eine bald vorübergehende, bald bleibende Oberhaut, der aber die Schliesszellen und Spaltöffnungen gänzlich fehlen. Dagegen verlängern sich häufig einzelne Zellen derselben zu einzelligen, cylindrischen, dünnwandigen

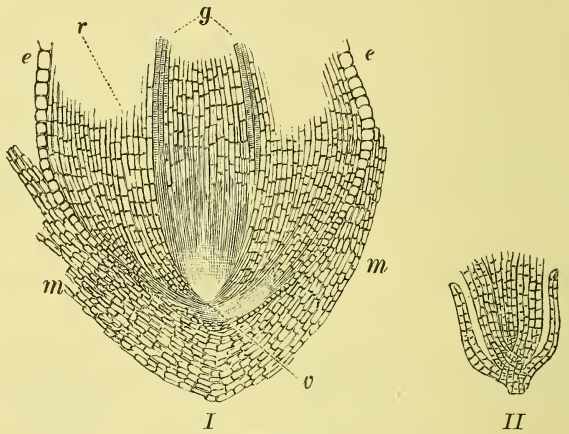


Fig. 105.

Wurzelhauben.

I Längsschnitt durch die Wurzelspitze vom gemeinen Schilf (*Phragmites communis Trin.*) *v* Vegetationspunkt, *m* Wurzelhaube, *e* Epidermis, *r* Rinde, *g* Gefässbündel.
II Wurzelspitze einer Wasserlinse (*Lemna*), unten mit dem Wurzelmützchen.

Haaren, den sog. Wurzelhaaren, die hauptsächlich die Wasseraufnahme aus dem Erdboden vermitteln. Ziehen wir z. B. von der Faserwurzel des Hafers die Epidermis ab und betrachten sie unter dem Mikroskop, so entdecken wir gar leicht die länglichen, viereckigen Oberhautzellen mit den langgestreckten, farblosen, schlauchförmigen Wurzelhaaren; dagegen vermissen wir jede Spur von Schliesszellen und Spaltöffnungen.

Die Wurzelspitze ist stets mit der sog. Wurzelhaube oder Wurzelmütze bedeckt, einer kappenförmigen, häutigen, aus Zellen bestehenden Hülle, welche die in die Erde vordringende Wurzelspitze vor Beschädigung schützt. Die äussersten Zellschichten derselben stossen sich oft ab und werden durch neue von innen, d. h. vom sog. Vegetationspunkt, aus ersetzt. Die Wurzelhauben fehlen keiner Wurzel; nur sind sie verschiedenartig entwickelt und daher mehr oder weniger deutlich wahrnehmbar. Schon mit blossem Auge erkennt man sie an den Wurzeln einiger Wasserpflanzen, z. B. bei Wassernuss *(Trapa natans L.)*, Wasserlinse *(Lemna L.)*, wenn

man dieselben in ein Glas mit Wasser transportirt. Auch bei den Nadelhölzern finden sich umfangreiche Wurzelhauben. Bei vielen Pflanzen genügt es, die Wurzelfaser einfach in Glycerin einzulegen, und man kann die zellige Kappe ohne weitere Präparation studiren. In andern Fällen hingegen muss man genau durch die Mitte der Wurzelspitze zarte Längsschnitte legen, was zuweilen seine Schwierigkeiten hat.

2. Cryptogamen.

58. Präparat: **Demonstration von Süsswasserdiatomeen.**

Die Süsswasserdiatomeen sind einzellige, mit braungelbem Farbstoffe (Diatomin) erfüllte Algen, die entweder einzeln vorkommen oder zu verschieden geformten Colonien vereinigt sind. Charakteristisch für diese Organismen ist der Umstand, dass die Zellmembran stark kieselhaltig ist (was bei den übrigen Algen nicht zutrifft), wodurch sie eine ganz bedeutende Festigkeit und Härte gewinnt. Sie bildet für die innern organischen Zellbestandtheile einen schützenden Panzer, den sog. Kieselpanzer, welcher weder durch Fäulniss, noch durch Glühhitze zerstörbar ist, so dass er auch nach dem Tode der eigentlichen Pflanze in unveränderter Gestalt erhalten werden kann. Und zwar ist die Kieselsäure der Zellmembran meist in Gestalt von Punkten, Streifen u. drgl. eingelagert, oder es bilden sich in der ursprünglich überall gleich mächtigen Kieselsäureschicht mit der Zeit Verdickungen, welche jene Streifen bedingen. Bei den Süsswasserdiatomeen ist der Kieselpanzer fast immer quergestreift (oft auch längsgestreift) und zeigt verschiedene Formen: cylindrisch, prismatisch, kahnförmig, keilförmig etc. Das nämliche Objekt präsentirt in den meisten Fällen, von zwei verschiedenen Seiten betrachtet, ein doppeltes Aussehen (Haupt- und Nebenseite), etwa wie ein Geldstück oder ein Kahn, die man bald von oben, bald von der Seite her in's Auge fasst. — Der innere Bau dieser ausserordentlich kleinen Geschöpfe ist noch keineswegs gehörig erkannt. Bis in die neueste Zeit huldigte man der sog. „Schachteltheorie.“ Nach dieser bestünde die Diatomeenzelle aus zwei symmetrischen, getrennten Hälften. Die eine Hälfte ist etwas grösser als die andere und greift über diese, etwa so, wie der Deckel einer Pappschachtel über den Untersatz. Bei der Theilung weichen beide Hälften auseinander, und die fehlende innere (kleinere) wird durch Neubildung ersetzt. Nach neueren Untersuchungen (v. Hallier) dagegen sind die Diatomeen einfache Zellen (keine Schachteln) und

theilen sich nach gewöhnlicher Art. — Die einzeln lebenden Diatomeen besitzen in der Regel ein mehr oder weniger entwickeltes Bewegungsvermögen, während die zu Colonien verbundenen Kieselalgen sich natürlich nur dann frei bewegen können, wenn es ihnen gelingt, sich von ihren Gesellschaftern loszumachen. Diejenigen Diatomeen, welche fächer- oder büschelförmig am Ende eines Stieles gruppirt sind, pflegen häufig perpendikelartig hin- und herzuschwingen. — Die Fortpflanzung dieser mikroskopisch kleinen Pflänzchen geschieht durch Theilung (der Länge nach), weniger häufig durch Copulation, und zwar geht ihre Vermehrung in's Unendliche. Schon nach vier Tagen kann ein Individuum eine Nachkommenschaft von 140 Billionen besitzen.

Die Süsswasserdiatomeen finden sich überall in stehenden oder langsam fliessenden Gewässern: in Pfützen, Gräben, Teichen, Sümpfen und namentlich in Torfmooren. Zuweilen bilden sie gelbliche oder bräunliche, schleimige Massen an Wasserpflanzen, Steinen u. dgl. oder sie schwimmen frei im Wasser umher. Ihre Demonstration ist daher sehr einfach: Man bringt einen Tropfen Wasser aus irgend einem Tümpel, Sumpfe, Weiher, Brunnentrog etc., mit Fadenalgen vermischt, auf den Objektträger, oder man streift mit einem Messer die schleimige und zum Theil schlammige Masse weg, die an Schilfstengeln, Laichkrautblättern und andern Wasserpflanzen, sowie auch an Steinen adhärirt. In einem solchen Präparat erkennt man in Gesellschaft von Desmidiaceen, Infusorien etc. stets zahlreiche Diatomeen von verschiedenartigem Aussehen. Man beobachtet die scheinbar willkürlichen, stossweisen Bewegungen der reizenden Geschöpfchen. Man sieht, wie sie zitternd und ruckweise vorwärts schiessen, plötzlich auf ein Hinderniss anprallen, dann eine Bewegung rückwärts, gleichsam einen Anlauf, ausführen, um bei einem erneuerten Stossversuch das im Wege liegende Objekt auf die Seite zu schaffen. Die ungehemmtesten und raschesten Bewegungen führen die sog. *Naviculaceen* (Schiffchenalgen) aus, Diatomeen von kahnförmiger Gestalt, die in stehenden Gewässern (namentlich in Brunnentrögen) fast überall zu Hause sind. Sie leben frei und vereinzelt. Zu dieser Familie gehören z. B.:

Pleurosigma attenuatum Ktz. (Rippenalge). Zellen isolirt, schwach **S**-förmig gebogen, mit ebenso geformter Mittelrippe. Deutlicher Mittelknoten. Zeigt zwei sich kreuzende Liniensysteme. Nicht selten in Sümpfen und Torfmooren.

Pinnularia viridis Rabenh. (Grüne Pinnenalge oder Federalge.) Gerade, nicht gekrümmte, nachenförmige Zellen mit starken Querleisten oder Pinnen (Fiedern). Die länglich-elliptische Schale an den Enden stumpf zugerundet. Verbreitet.

Als weitere häufige Diatomeen-Familie führen wir an dieser Stelle die sog. *Fragilarien* (Bruchalgen) an. Diese werden so genannt wegen des leichten Zerfalles der Fäden in ihre Glieder. Hieher sind zu rechnen:

Diatoma vulgare Bory. (gemeine Stückalge). Schalen oval oder elliptisch (auf der Hauptseite) mit deutlichen Querrippen. Auf der Nebenseite erscheinen sie rechteckig. Meist sind mehrere Individuen an einer Ecke mittelst eines gelatinösen Fusses verbunden und bilden so ein zickzackförmiges Band. Gemein.

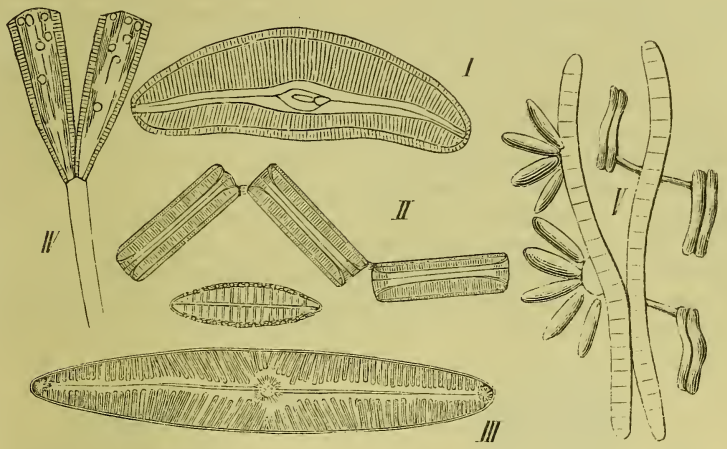


Fig. 106.

Süsswasser-Diatomeen.

I Cymbella gastroides Ktz. II Diatoma vulgare Bory. III Pinnularia viridis Rabenh. IV Gomphonema dichotomum Ktz. V Achnantes minutissima Ktz. und *Synedra radians Ktz.*, auf Oscillarien-Fäden schmarotzend.

Fragilaria virescens Ralfs. Nebenseite rechteckig bis keilförmig. Jede Zelle zwei Längsstreifen. Ueberall gemein. — Als weitere mehr oder weniger verbreitete Diatomeen-Formen führen wir noch an:

Gomphonema Ag. (Keilalge). Zellen keilförmig, an einfachen oder schwach verzweigten Gallertstielen befestigt. Einzelne Zelle hie und da auch von den Stielen abgetrennt, mit zwei Längsleisten oder Striemen. Hauptseite mit Centralknoten. Colonien oft fächerartig gruppirt, an Fadenalgen sitzend. Sehr häufig in Gräben.

Meridion Ag. (Kreisalge). Zellen keilförmig, mehrere derselben zu einem Kreisbande, resp. Kreisringe vereinigt. Sehr hübsches Algenobjekt.

Cymbella gastroides Ktz. (Nachenalge). Zellen leicht sichelförmig oder halbmondförmig gekrümmt. Mittelknoten stark ent-

wickelt, etwas gegen den concaven Rand zu liegend. Querstreifen gekörnt. Leben einzeln, frei schwimmend. Sehr häufig in Teichen, Sümpfen und Bächen.

Achnantes minutissima Ktz. Verbreitet, auf verschiedenen Fadenalgen schmarotzend. Sehr zierliche, fahnenförmige Gestalten: Zellen linealisch, in der Mitte gebogen, auf kurzen Stielen sitzend.

Synedra radians Ktz. Gemein auf Fadenalgen. Zellen stäbchenförmig, ohne Stiel, zu mehreren und meist strahlenförmig nebeneinander.

Diatomeenpanzer lassen sich in Folge ihrer Unzerstörbarkeit auch sehr gut als Dauerpräparate aufbewahren, und zwar geschieht die Conservirung dieser Hartgebilde am besten auf trockenem Wege. Wie kann man aber die äusserst kleinen Diatomeenpanzer isoliren, d. h. von den übrigen vergesellschafteten, organischen Bestandtheilen trennen? Ganz einfach durch Glühen auf einem dünnen Platinablech, nachdem man zuvor mit einem Tropfen Salzsäure eingedampft, um die Carbonate zu zerstören. — Man schliesst zuweilen derartige Objekte auch in Harz ein; doch fallen dann die Kieselschalen oft allzu transparent aus, so dass allfällig vorhandene Streifen nicht mehr scharf zu Tage treten. Dagegen eignet sich verdünntes Glycerin sehr gut zur Conservirung von Kieselalgen. Auch Holzessig soll passende Dienste leisten.

59. Präparat: **Desmidiaceen (Bandalgen).**

Desmidiaceen sind gleichfalls mikroskopisch kleine einzellige Algen, die oft zu bandartigen oder bandwurmartigen Colonien vereinigt vorkommen. Weitaus die meisten Individuen leben aber einzeln, und zwar treffen wir dieselben in Gesellschaft von Diatomeen sehr häufig im Grunde von Teichen, Torfmooren, Gräben und Sümpfen. Manche dieser Bandalgen sehen äusserlich den Kieselalgen ungemein ähnlich, unterscheiden sich aber von denselben wesentlich durch den Mangel des schützenden Kieselpanzers und durch die grüne Färbung. Die Desmidienzelle besitzt nämlich bloss eine höchst zarte, aus einer durchsichtigen, wasserhellen Cellulose gebildete Membran und ist daher äusserst vergänglich. Während die Kieselgerüste der Diatomeen sich Tausende von Jahren vollkommen unverändert · erhalten können, überdauert die zarte Hülle der Bandalgen wohl selten einen Sommer. Der Inhalt dieser einzelligen Algen besteht aus einem durchsichtigen Protoplasma, in welchem ein grosser, oft sehr zierlich geformter (meist strahlenförmig gestalteter) Chlorophyllkörper eingebettet liegt. Aus diesem Grunde besitzen alle Desmidiaceen eine schöne, grüne Farbe. Ausser

dem Pflanzengrün lassen sich im Innern der Zelle meist auch Stärkekörner erkennen (Zusatz von Jodtinktur). — Die Desmidienzelle ist bald stark zusammengedrückt, laub- oder scheibenförmig, bald cylindrisch oder prismatisch, bald kugelig. Sie besteht in den meisten Fällen aus zwei gleich grossen, symmetrischen Hälften, die durch eine Einschnürung von einander getrennt erscheinen. Jede Hälfte ist zuweilen mit allerlei Anhängseln versehen, die ihr oft ein reizendes Aussehen verleihen. Sie erscheint horn- oder halbmondförmig gebogen, kahnförmig, als schildförmiger Lappen, dessen Rand entweder ganz oder mit kurzen Strahlen besetzt ist, als fächerförmig zerschnittene Scheibe, als dreieckige oder dreistrahlige Platte, als fünf-, sechs- oder achteckiger Stern u. s. f. — Die ungeschlechtliche Vermehrung der Desmidiaceen findet durch Theilung statt, die geschlechtliche durch sog. Copulationssporen. Die Oberfläche der Letztern ist selten glatt, sondern meist mit Warzen oder Stacheln bedeckt. Ihre Form ist kugelig, seltener ei- oder sternförmig. Bei der Copulation legen sich zwei Zellen mit den Breitseiten aneinander, so dass sie ein Kreuz bilden; ihre Wände bersten, das Protoplasma beider vereinigt sich zu einer dauernden Zygospore, in der später zwei neue Individuen entstehen. — Citiren wir an dieser Stelle einige Desmidien-Arten:

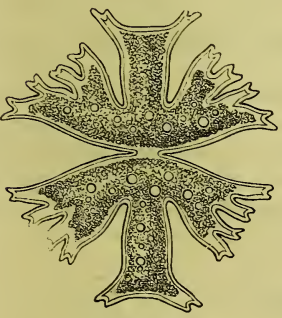


Fig. 107.

Malteserkreuz. (*Micrasterias crux melitensis Ralfs.*)

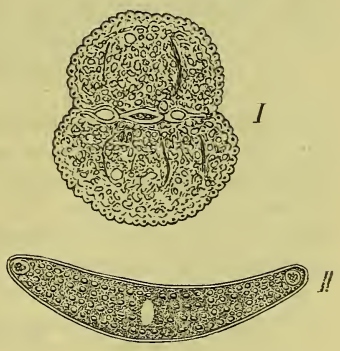


Fig. 108.

Desmidiaceen. *I Cosmarium Botrytis Menegh. II Closterium Lunula Ehrbg.*

Closterium Lunula Ehrbg. (Mondspindelalge). Zellen sichelförmig oder schwach halbmondförmig gebogen mit mehreren (drei) grossen, der Länge nach verlaufenden Chlorophyllplatten und zahlreichen Stärkekörnern. In dem weissen Mittelfleck, der hier die Stelle der Einschnürung vertritt, befindet sich oft der Zellkern. An jedem Zellende liegt eine kugelrunde Vacuole mit leb-

haft tanzenden Körperchen. In Gräben, Sümpfen, Bassins und Tümpeln verbreitet.

Cosmarium Corda. (Schmuckalge). Zellen länglich (elliptisch bis walzenförmig), in der Mitte eingeschnürt und an den Enden abgerundet. Ein centralständiges Amylumkorn. Copulationssporen mit Warzen oder Stacheln.

Staurastrum Meyen. (Kreuzstern). Zellen durch eine tiefe Einschnürung in zwei symmetrische Hälften getheilt. Jede Hälfte drei-, vier- oder fünfstrahlig. Chlorophyllplatten vom Centrum aus in jeden Strahl sich verzweigend (centralständiges Amylumkorn). Sporen kugelrund, meist mit gablig getheilten Stacheln.

Micrasterias crux melitensis Ralfs. (Malteserkreuz). Zellen flach zusammengedrückt, in der Mitte durch eine tiefe Einschnürung in zwei Hälften getheilt. Jede Hälfte tief dreilappig. Mittellappen von den seitlichen durch zwei breite Einschnitte getrennt, seine Ecken in zwei am Ende zweispitzige Fortsätze verlängert. Seitenlappen durch einen nach aussen erweiterten Einschnitt getheilt, jede Hälfte mit einem kürzern Einschnitt (Seitenlappen viertheilig). Die Segmente letzter Ordnung zweispitzig wie die Fortsätze des Mittellappens. Das Ganze besitzt die Gestalt eines Ordenssternes (Malteserkreuz). — Chlorophyllkörper in jeder Hälfte strahlig sich verbreitend, mit zahlreichen Amylumkörnern. Zygosporen kugelig, mit langen Stacheln besetzt. An vielen Orten wohl verbreitet (namentlich in Sumpfwasser).

Zur Demonstration der Desmidiaceen verwendet man wohl am besten den grünen Schleim am Boden unserer stehenden Gewässer (namentlich aus Torfmooren und Gräben). In einem solchen Präparat trifft man neben Desmidiaceen und Diatomeen stets auch Copulationssporen von verschiedener Grösse und Gestalt (spez. im Herbst und Winter). Will man die niedlichen Objekte dauernd aufbehalten, so ist ein Einschluss in stark verdünntes Glycerin anzurathen (wie überhaupt bei allen Algen).

60. Präparat: **Spiralbandalge** *(Spirogyra Link.).*

Die Spiralbandalgen sind in unsern stehenden Gewässern ungemein häufig anzutreffen. Sie finden sich hauptsächlich in Teichen und Strassengräben (auch in Springbrunnen-Bassins), allwo sie vom Frühjahr bis zum Winter als gelblich- oder dunkelgrüne, flockige oder watteartige Massen theils im Wasser flottiren, theils auf der Oberfläche desselben schwimmen. Studiren wir diese Algen unter dem Mikroskop, so erkennen wir schon bei mässiger Vergrösserung zahlreiche, nicht verzweigte Zellfäden, die aus langgestreckten, cylindrischen (im Bilde reckteckigen) Zellen zusammengesetzt erscheinen.

In jeder Algenzelle sehen wir ein schönes, grünes, nach rechts gewundenes, wandständiges Spiralband (mit Amylumkörnern), das in jeder Zelle $2^1/_2$—4, selten mehr Umgänge macht und das von der bandartigen Gruppirung des Chlorophylls herrührt. In

Fig. 109.
Spiralbandalge (*Spirogyra Link.*).

obigem Präparat unterscheiden wir leicht zweierlei Fäden: dünnere und dickere. Die Ersteren bilden weitaus die Mehrzahl und besitzen meist nur ein Spiralband, das bald enger, bald weiter gewunden ist. Die dickern, kräftigeren Spirogyrenfäden dagegen zeigen in ihren etwas kürzern Zellen zwei in einander verschlungene, sich gegenseitig kreuzende, am Rande ausgezackte Chlorophyllbänder. Spirogyrapräparate eignen sich auch sehr gut zur Beobachtung des Zellkerns und der Plasmaströmungen. Bedienen wir uns einer stärkern Vergrösserung (150—200), so sehen wir (namentlich in jüngern Zellen) einen grossen centralen Zellkern (*k*) mit scharfem Kernkörperchen, von strahlig ausgebreitetem Plasma umhüllt, und gleichzeitig begegnen wir zahlreichen, relativ grossen Plasmakörperchen, die lebhaft hin- und hertanzen.

61. Präparat: **Schwärmsporenbildung bei Cladophora Ktz.**

Diese sehr schöne, lebhaft grün gefärbte Alge ist in fliessendem Wasser ziemlich allgemein verbreitet. Eine spezielle Art derselben findet sich häufig in klaren, stark fliessenden Gebirgsbächen (auch an Wasserfällen und in Springbrunnenbecken), wo sie auf Steinen dichte, im Wasser flottirende Polster bildet, welche aus langen, verzweigten Fäden bestehen (*Cladophora*, d. h. Astträger). Untersuchen wir Letztere unter dem Mikroskop, so sehen wir schon bei schwacher Vergrösserung, dass sie aus langgestreckten, cylindrischen, dickwandigen Zellen zusammengesetzt sind, die an den Scheidewänden oft knotig angeschwollen erscheinen. Sie enthalten netzförmige Stränge bildendes Protoplasma mit zahlreichen Chlorophyllkörnern. Die Aeste und Zweige entspringen je an einer Querscheidewand und besitzen vorn abgerundete Endzellen. Genannte Cladophora-Art ist für uns namentlich deshalb von grossem Interesse, weil sich an ihr die Schwärmsporenbildung sehr schön studiren lässt (Vergrösserung 150—300). Wer sich das Vergnügen verschaffen will,

das sehr interessante Phänomen der Schwärmsporenbewegung zu verfolgen, der bringe an einem kühlen Oktober- oder Novembertage Cladophorafäden aus dem Freien in ein mässig erwärmtes Zimmer und beginne, nachdem die Algen kurze Zeit an der wärmeren Atmosphäre gelegen, mit der mikroskopischen Untersuchung. Er wird in dem betr. Präparat stets reife, unreife und bereits entleerte Zellen nebeneinander antreffen. In den reifen Zellen sieht man zahlreiche, kugelige, gelblichgrün gefärbte, dicht zusammengedrängte Zellen. Dies sind Schwärmsporen. Beobachten wir die nämliche Algenzelle unausgesetzt während mehrerer Minuten, so werden wir bald die Wahrnehmung machen, dass dieselbe plötzlich an einer Seite (meist gegen das Ende zu) einen Riss resp. eine Oeffnung bekommt, durch welche die Schwärmer in ununterbrochener, rascher Reihenfolge (und zwar einzeln) aus der Mutterzelle entschlüpfen. Die ausgetretenen Sporen sammeln sich in der Nähe der Geburtsöffnung in einem Klumpen an, bleiben hier einige Sekunden ruhig liegen und beginnen alsdann ihre Reise. Dieses Umherschwärmen besteht in kreisförmigen Rotationen mit fortschreitender Bewegung, und zwar geschieht diese Drehung sehr rasch und meist in der Richtung von links nach rechts. Doch ist diese Bewegung keineswegs eine gleichmässige, d. h. mit der nämlichen Geschwindigkeit ausgeführte, sondern die Sporen rotiren bald schneller, bald langsamer. Es folgen sogar Momente der Ruhe, worauf abermalige Rotationen eintreten, abwechselnd mit Ruhepausen, bis diese — länger und länger werdend — nur noch durch etliche ruckweise Bewegungen unterbrochen erscheinen. Schliesslich werden die zwei Cilien starr und verschwinden nach einigen Minuten ganz: sie werden abgeworfen. Was die durchschnittliche Dauer der Schwärmbewegung anbelangt, so beobachtet man dieselbe hier meist zu 20—30 Minuten. Sind äussere Hindernisse vorhanden, so hört das Schwärmen natürlich früher auf, während anderseits einzelne Sporen 45—60 Minuten und noch länger sich umhertreiben können. — Ueber Zahl, Grösse und Gestalt

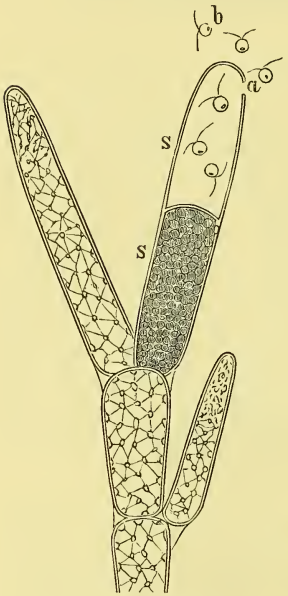


Fig. 110.

Cladophora Klz. *S* Zwei reife Zellen mit Schwärmsporen (obere bereits entleert). *a* Oeffnung zum Austritt der Sporen. *b* Schwärmsporen mit 2 Cilien.

der Schwärmsporen von Cladophora lässt sich kurz Folgendes aussagen: Die zahlreichen Sporen sind relativ klein, von birnförmiger Gestalt und besitzen einen ausgedehnten Chlorophyllkörper, entbehren aber des rothen Pigmentfleckes.

62. Präparat: **Batrachospermum Roth (Froschlaichalge).**

Die Froschlaichalgen finden sich im Frühling und Vorsommer ziemlich häufig in kalten, klaren Quellen und Gebirgsbächen, wo sie als gallertartige, äusserst schlüpfrige Massen an Steinen oder Holzstöcken anhaften. Diese im Wasser flottirenden Pflänzchen erscheinen dem blossen Auge als eine baumartig verzweigte Reihe kleiner, halbdurchsichtiger Gallertkugeln. Unter dem Mikroskop sieht man aber mit Erstaunen, dass die höchst zierliche, kaum einige Centimeter grosse Alge nicht aus aneinander gereihten Kugelzellen besteht, sondern dass sie einen aus vielen langgestreckten, cylindrischen Zellen zusammengesetzten Stamm besitzt, welcher in kleinen Abständen zahlreiche, verzweigte, aus ovalen, schwach grün gefärbten Zellchen

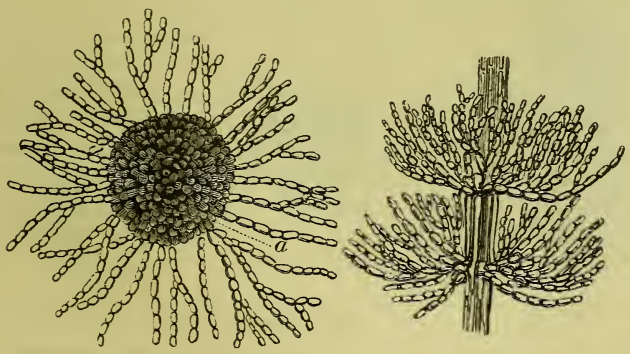


Fig. 111.
Froschlaichalge. *a* Gonidienhaufen (beide Figuren stark vergrössert).

gebildete Aeste trägt, die rings um die Stammzelle herum in dichten Quirlen oder Wirteln gruppirt sind. In diesen niedlichen Astquirlen, welche sich dem unbewaffneten Auge als Gallertkugeln präsentiren, kommen hie und da kleinere und grössere, dunkle, kugelige Haufen von ovalen, gelbgrün gefärbten Sporen zum Vorschein. Der vorliegende Fall, dass Gonidien, d. h. Brutzellen, sich nackt an der Aussenfläche des Algenkörpers vorfinden, tritt sonst selten ein.

Batrachospermum conservirt sich sehr gut auf trockenem Wege, indem man eine dünne Schicht dieser Alge auf einem Stück

ungeleimtem Papier völlig eintrocknen lässt. Will man dann das eingetrocknete Exemplar mikroskopisch untersuchen, so kratzt man einfach mit einem Messer eine kleine Portion der trockenen Masse auf einen Objektträger und setzt einen Tropfen Wasser oder verdünntes Glycerin hinzu.

63. Präparat: Demonstration der Spermatozoën an Chara fragilis Desvaux.

Zur Demonstration der Spermatozoiden verwenden wir die männlichen Fortpflanzungsorgane (Antheridien) von *Chara fragilis Desvaux.* (zerbrechlicher Armleuchter), einer in Sumpfgräben, Teichen und Teuchelrosen sehr häufigen Chara-Spezies. Betrachten wir diese Alge in den Monaten September oder Oktober, so sehen wir schon mit blossem Auge auf der obern Seite der Aeste oder Blätter 3—5 sehr kleine, ungestielte und rothgefärbte Kügelchen. Dies sind die Antheridien. Ein solches Antheridium stellt eine äusserst kleine Hohlkugel vor, deren Wandung aus acht

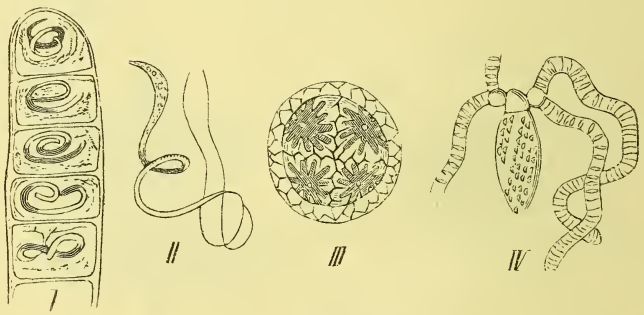


Fig. 112.

Männliches Fortpflanzungsorgan von *Chara fragilis Desv.* *I* Ende eines Zellfadens aus der Antheridie, in dessen Zellen sich Schwärmfäden bilden. *II* Freier Schwärmfaden (Spermatozoë). *III* Antheridium mit den Schildern. *IV* Manubrium mit vier Zellfäden.

schildförmigen, schwach gewölbten Zellen, den sog. Schildern, besteht, welche mit ihren gezackten Rändern genau in einander eingreifen und so als Ganzes eine Hohlkugel ausmachen. Von der Mitte einer jeden Schildzelle ragt nach innen eine längliche Stützzelle (*Manubrium*, d. h. Handhabe, genannt), die an ihrem Ende ein mehrzelliges Köpfchen trägt. An diesem Köpfchen sitzen viele (durchschnittlich 24) lange, vielzellige Fäden, die in vielfachen Windungen den ganzen Innenraum des Antheridiums ausfüllen. In jeder dieser Fadenzellen entsteht ein spiralig aufgewundenes, mit

zwei langen Wimpern versehenes Spermatozoid. Letzteres wird dadurch frei, dass die acht Schildzellen der Schale sich von einander trennen und hierauf die zarten Zellchen der Fäden zerplatzen. Die Spermatozoën schwärmen dann kurze Zeit munter im Wasser umher, wobei ihnen die beiden langen Wimpern als Bewegungsorgane dienen. Dann dringen sie in das weibliche Fortpflanzungsorgan *(Archegonium)* ein und befruchten hier die Eizelle. — Um uns von dem komplizirten Bau der Antheridien persönlich zu überzeugen, lösen wir einige jener rothen Kügelchen behutsam mit der Präparirnadel von den Aesten ab, bringen sie in einen Tropfen Wasser und zerdrücken sie unter dem Deckgläschen. (Eine Schnittführung ist wegen der Kleinheit dieser Organe nicht so leicht möglich.) Bei 2—300facher Vergrösserung erkennen wir zunächst die acht Schildzellen, die bald isolirt zu Tage treten, bald zu zweien oder dreien zusammenhängen. Jedes Schildchen besitzt ungefähr die Gestalt eines an den Ecken abgerundeten Dreiecks, hat eine zierliche, strahlige Struktur, weist gelappte oder gezähnte Ränder auf und schliesst einen hochrothen, körnigen Farbstoff ein. Im Fernern beobachten wir die acht meist isolirten Stützzellen. Diese sind schwach konisch gestaltet, an beiden Enden abgerundet und mit zahlreichen, grossen, rothen Farbkörnern erfüllt. Jede Stielzelle endet in ein Köpfchen, das aus 3—4 rundlichen, farblosen Zellen zusammengesetzt ist und das zahlreiche, kurz gegliederte, wurmartig gewundene Fäden trägt. Diese Fäden erscheinen farblos, cylindrisch, am Ende abgerundet und präsentiren eine Längsreihe kleiner, rechteckiger Zellen mit deutlichen, ziemlich derben Wänden. In jeder solchen Fadenzelle sehen wir ein spiralig zusammengerolltes Spermatozoid. Seltener wird dem Beobachter das Glück zu Theil, einen eben ausgeschlüpften, freigewordenen Samenfaden in seinen Bewegungen verfolgen zu können.

Anmerkung. Zur mikroskopischen Untersuchung möchten wir ferner folgende, sehr häufig anzutreffende Algen-Objekte empfehlen:

1) *Gloeocapsa Naeg.* (Gallertkapsel). Diese zum Studium der Zelltheilung sehr geeignete Alge findet sich nach Regenwetter zwischen Moos, auf Baumstümpfen, an feuchten Felswänden etc. und bildet farblose oder grüne, gallertartige Massen, worin die Zellen meist familienweise nisten. Kreisrunde oder ovale Zellen mit dicken, gallertartig aufquellenden und geschichteten,

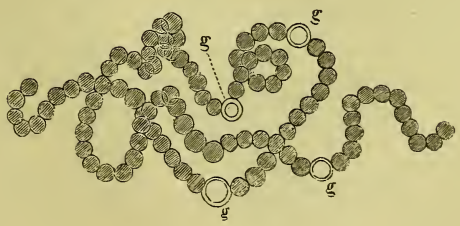


Fig. 113.
Nostoc commune Vauch. *g* Grenz- oder Keimzelle.

daher generationsweise in einander geschachtelten Zellmembranen. Theilung erfolgt in den drei Richtungen des Raumes.

2) *Oscillaria Bosc.* (Schwingalge). Es sind dies meist sehr lange und schmale, blaugrüne (spangrüne) steife Fäden, unverzweigte Zellreihen mit sehr dünnen Querscheidewänden. (Zellen rechteckig — siehe Fig. 106, V.) Charakteristisch für diese Algen sind ihre Bewegungen. Während einzelne Oscillarien schlangenartig, aber höchst langsam dahinschleichen, schwingt bei andern Individuen der gerade, steife Faden mit seinem einen Ende pendelartig hin und her, und bei einer dritten Art von Schwingalgen bemerken wir eine langsame Rotation um die Längsachse des Pflanzenkörpers. — Die Oscillarien sind in unsern stehenden und fliessenden Gewässern überall anzutreffen. Die Steine in Bächen und Flüssen sind sehr oft mit einem dunkelgrünen, schlüpfrigen Rasen bekleidet, der auf einer schlammigen oder erdigen Masse aufliegt. Dieses grüne Gallertpolster besteht aus einer Unmasse von Schwingalgen, die einen widrigen Modergeruch verbreiten. (Dazwischen treffen wir auch *Cymbella* und *Navicula*.)

3) *Chroolepus aureum Ktz.* (Veilchenalge). Luftalge, die beim Reiben im feuchten Zustande einen angenehmen Veilchengeruch verbreitet. Sie findet sich namentlich in Gebirgsgegenden und bildet auf feuchten Mauern und Felsen, auf Baumstümpfen, Brunnentrögen u. s. f. ein sammetartiges, goldgelbes oder rothbraunes Polster. Kurze, meist einfache, selten verästelte Zellreihen. Zellen mit dicken Wandungen, enthalten ein Aggregat von kleinen, kugeligen, rothen Farbkörnchen.

4) *Nostoc commune Vauch.* (Paternosteralge). Bildet nach Gewitterregen auf Wiesen, in Gärten etc. häutige, schlüpfrige, oft lederartige, meist grüne, bisweilen braun gefleckte Gallertklumpen. Zellen kreisrund oder oval, sehr klein, zu perlschnurartigen oder paternosterähnlichen, ungetheilten Fäden aneinander gereiht. Eine Zelle (Keimzelle oder Grenzzelle) übertrifft alle andern an Grösse. Sie liegt meist in der Mitte des Fadens.

5) *Chaetophora Schrank.* (Borstenalge). Findet sich in Tümpeln und Teichen, theils an Wasserpflanzen befestigt, theils frei im Wasser schwimmend und bildet kugelige, gallertartige Klumpen von gelblich grüner Farbe. Algen hirschgeweihartig verästelt. Zellen meist cylindrisch oder tonnenförmig, stark chlorophyllhaltig. Fast jeder Zweig endet mit einem langen, feinen, wasserklaren, zwei- bis vielzelligen Haar (Borste).

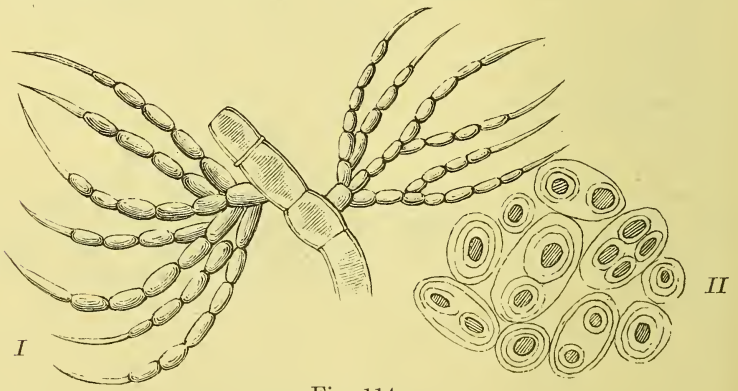


Fig. 114.
I Draparnaldia. II. Gloeocapsa.

6) *Draparnaldia Bory.* In Brunnenbetten, Bächen und Gräben mit klarem Wasser als grüner Schleim an Wänden und Steinen. Aus der einfachen Zellenreihe treten von Stelle zu Stelle ganze Büschel feiner Aestchen hervor, so dass das Ganze bäumchenartig aussieht. (Sehr schönes Algen-Objekt!)

64. Präparat: **Demonstration von Bacterien.**

Die Bacterien gehören zu den kleinsten und zugleich einfachsten aller lebenden Wesen. Diese einzelligen Pilze sind von allen Organismen am meisten verbreitet. Sie fehlen nirgends, weder in der Luft, noch im Wasser, noch im Boden, noch im Innern lebender Geschöpfe. Aber massenhaft entwickeln sie sich nur da, wo Zersetzung (Gährung) und Verwesung stattfinden. Sie sind nach dem jetzigen Wissen die Ursache (oder wenigstens die Träger) der chemischen Zersetzung (Gährung und Fäulniss). In neuester Zeit spielen sie auch eine grosse Rolle in der Medicin als wahrscheinliches Contagium mancher Infectionskrankheiten (Cholera, Typhus, Diphtheritis, Milzbrand etc.). Die Gestalt der Bacterien ist eine sehr verschiedene; bald gleicht sie einer Kugel oder einem Ei, bald einem kleinen Stäbchen oder dünnen Faden, bald einem Korkzieher oder einer Schraube, bald einem Komma u. s. f. Jedes Individuum besteht nur aus einer einzigen Zelle ohne Zellkern; sehr oft aber reihen sich mehrere solcher, meist farbloser Zellen zu einer perlschnurförmigen oder fadenähnlichen Colonie aneinander. Die Vermehrung geht mit einer wahrhaft unglaublichen Schnelligkeit vor sich und zwar nur durch Theilung oder Spaltung. Daher der Name Bacterien oder Spaltpilze. Die betr. Zelle schnürt sich an einer Stelle etwas ein; während sie dann stetig wächst, nimmt diese Einschnürung zu, bis sich das Ganze in zwei Hälften gespalten hat, die nun alle beide genau der ursprünglichen Mutterzelle gleichen. Fast alle Bacterien zeigen zwei verschiedene Lebenszustände: einen beweglichen und einen ruhenden. Die unwillkürlichen Bewegungen sind verschieden lebhaft und bestehen alle in Rotationen um die

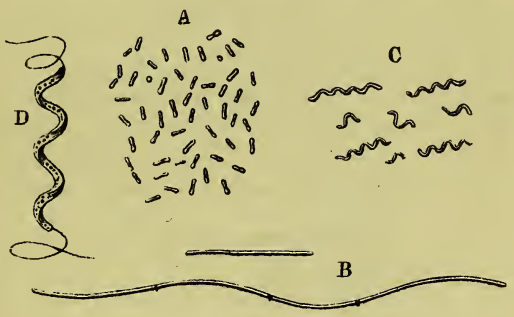


Fig. 115.
Bacterien.
A Bacterium termo Ehrbg. B Bacillus subtilis Cohn. C Spirillum tenue Ehrbg. D Spirillum volutans Ehrbg.

Längsachse, die wahrscheinlich durch Geisseln bewirkt werden. (Letztere hat man zwar bis jetzt nur an einigen Arten beobachtet). Diese Rotationen bewirken eine eigenthümliche bohrende Fortbewegung der Zelle in der Flüssigkeit.

Zur Demonstration der Bacterien empfiehlt sich vor allem aus: *Bacterium termo Ehrbg.* (Stäbchenbacterie). Sie ist das eigentliche Ferment der Fäulniss der Flüssigkeiten, alle Aufgüsse auf thierische und pflanzliche Substanzen in kurzer Zeit in ungeheurer Menge erfüllend. Man kann sich dieses Objekt jederzeit sehr leicht verschaffen, indem man ein Stück rohes Fleisch (oder einen Froschschenkel) in ein Schälchen oder ein Trinkglas legt und dann, mit Wasser übergossen, einige Tage an der Sonne oder auf dem warmen Ofen stehen lässt. Sobald sich auf der Wasseroberfläche ein opalisirendes Häutchen gebildet hat, zeigt jeder Tropfen unter dem Mikroskop (mindestens 500fache Vergrösserung) eine Unmasse von sehr kleinen, cylindrischen, farblosen Stäbchen, die bald einzeln zu Tage treten, bald zu kürzern oder längern Colonien verbunden sind und die theils ruhig daliegen, theils sich ziemlich lebhaft fortbewegen. Mehrere der kurzen Stäbchen erscheinen in der Mitte eingeschnürt, d. h. in der Vermehrung durch Zweitheilung begriffen. Weitere bequem zu erlangende Bacterien-Objecte sind:

Micrococcus ureae Cohn. (Kugelbacterie). Die Kugelbacterien finden sich gleichfalls in verschiedenen faulenden Flüssigkeiten, oft in Gesellschaft von *Bacterium termo.* Oben citirte spezielle Art von *Micrococcus* bildet sich auf gestandenem Harn (Urin). Bringt man diesen einige Tage an die Sonne oder auf den warmen Ofen, so entsteht auf der Oberfläche gleichfalls ein Häutchen, das eine Unzahl von Bacterien in sich schliesst. Dieses sehr hübsche Bacterien-Objekt zeigt uns sehr kleine, sich lebhaft bewegende Kügelchen, die bald einzeln auftreten, bald zu rosenkranzförmigen Colonien zusammengruppirt erscheinen.

Spirillum Ehrbg. (Schraubenbacterie). Kommt hie und da in stehendem Wasser z. B. in Sümpfen, Tümpeln und Teichen vor (auch in dem weissen Häutchen auf gestandener Hefeflüssigkeit) und zwar in Form von spiralig gerollten Fäden, von kurzen, steifen Schrauben, die sehr rasche, schlängelnde Bewegungen ausführen. Diese Ortsveränderungen werden nach einiger Zeit langsamer, bis sie schliesslich ganz aufhören. In faulenden Aufgüssen begegnet man neben *Spirillum tenue Ehrbg.* (dünne Schraubenfäden mit 2—5 Spiralwindungen) häufig auch einer grössern Art *Spirillum volutans Ehrbg.* (kräftige Schraube, an beiden Enden mit schwingenden Wimperfäden versehen).

Bacillus subtilis Cohn. (Fadenbacterie). Zellen gerade, stäbchenförmig, zu zweien bis vielen fadenförmig verbunden, lebhaft

vor- und rückwärts schwimmend. Bildet das Ferment der Buttersäuregährung, findet sich aber auch in der Labflüssigkeit.

Will man Bacterien dauernd conserviren, so breitet man ein Tröpfchen der bacterienhaltigen Flüssigkeit in einer möglichst dünnen Schicht auf einem Objektträger aus und lässt sie hier völlig eintrocknen. Hernach wird ein Lackring angefertigt und die Zelle mit einem Deckglase verschlossen. Solche Präparate lassen sich Wochen und Monate lang aufbewahren, ohne dass sich die Gestalt der eingetrockneten Bacterien wesentlich verändert. Sehr passend erscheint es auch, die eingetrockneten Bacterien mit Anilinfarben (Fuchsin) zu tingiren und sie hernach in Canadabalsam einzubetten. Die Bacterien nehmen die Anilinfärbung schnell und reichlich auf und färben sich sehr intensiv damit.

65. Präparat: Hefepilz des Bieres (Saccharomyces cerevisiae Meyen.).

Wir kaufen uns gepresste Bierhefe (Presshefe) und lösen ein Klümpchen von der Grösse eines kleinen Stecknadelknopfes in einigen Tropfen lauwarmem Wasser auf. Untersuchen wir die erhaltene Lösung bei stärkerer Vergrösserung, so entdecken wir eine Unzahl kleiner, einzelliger Organismen von kreisrunder, meist aber von ovaler oder eiförmiger Gestalt. Jede einzelne Zelle erscheint vollkommen durchsichtig und farblos; sie ist von einer zarten Membran umgeben und weist einen schleimigkörnigen Inhalt auf. In ihrem Innern sehen wir ein helles, scharf begrenztes Kreischen. Dies ist ein hohler Raum im Plasma. Derselbe findet sich bald im Centrum, bald zeigt er eine mehr excentrische Stellung. Zuweilen ist er so gross, dass er fast die ganze Zelle ausfüllt. Sehr oft kommen auch zwei oder drei kleinere Hohlräume (Vacuolen) zum Vorschein. An diesem Präparat lässt sich auch die Zellvermehrung durch Knospung sehr schön studiren. Beobachten wir jene einzelligen Pilze längere Zeit hindurch, so machen wir folgende Wahrnehmung: Die Hefezelle erhält an ihrer Spitze (oft auch an der Seite) eine sehr kleine, kugelige Ausstülpung (seltener deren zwei). Letztere wird fortwährend grösser, bekommt gleichfalls einen Hohlraum, er-

Fig. 116.
Hefepilz des Bieres, den Vorgang der Knospung zeigend.

reicht endlich die Grösse der Mutterzelle, gliedert sich dann durch eine Querwand von derselben ab und macht ihrerseits denselben Prozess durch. Zuweilen bleiben Mutter-, Tochter-, Enkelzellen etc. miteinander in Verbindung, so dass die verschiedenen Generationen ein zusammenhängendes Gewächs, eine Sprosscolonie, bilden. Auf diese Weise entstehen perlschnurförmige Faden. — Der Hefepilz ist ein sog. Gährungspilz. Durch seine Einwirkung wird der Zucker der Nährflüssigkeit unter Freiwerden von gasförmiger Kohlensäure in Alkohol umgewandelt.

66. Präparat: **Mehlthaupilz auf Haselnuss (Erysiphe guttata Link.).**

Betrachten wir gegen Ende Oktober die Blätter von Haselnuss auf ihrer Unterseite, so sehen wir leicht einen weisslichen, spinnwebartigen Ueberzug und eine grössere Anzahl äusserst kleiner, gelber oder schwarzer Körnchen, die sich bei Anwendung einer Lupe als ungestielte Kügelchen zu erkennen geben. Dies ist eine Mehlthaupilzart *(Erysiphe guttata Link.)*, die auf Haselnuss, Weissdorn, Birnbaum, Esche, Eiche und Buche sehr häufig angetroffen wird, und zwar stellt jener weissflockige Ueberzug das Mycelium vor, während in den schwarzen Kügelchen die Sporocarpien oder Perithecien zum Vorschein kommen. Unterbreiten wir zunächst das Mycelium einer mikroskopischen Durchmusterung. Zu diesem Zwecke schaben wir mit dem Scalpell eine kleine Portion desselben ab und untersuchen sie in

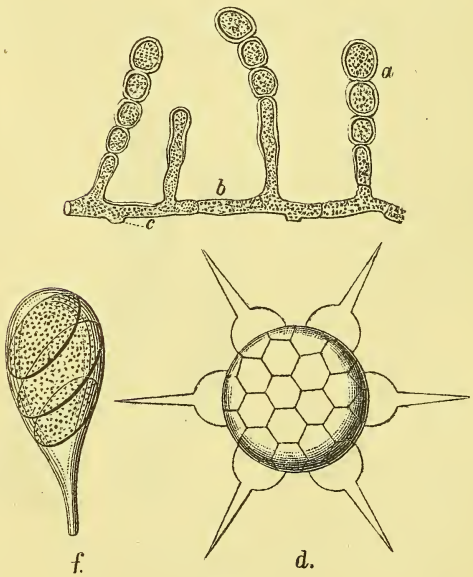


Fig. 117.

Mehlthaupilz auf Haselnuss (*Erysiphe guttata Link.*). *a* Gonidienkette, *b* Myceliumfaden, *c* warzenartiger Auswuchs desselben (Haft- und Saugorgan), *d* Sporocarpium, *f* Sporenschlauch mit drei Sporen.

Wasser oder verdünntem Glycerin. Wir sehen zahlreiche, durcheinander geflochtene, gegliederte und verzweigte Fäden, die hie und da kleine warzenartige Auswüchse erkennen lassen. Letztere dienen wesentlich als Haftorgane, mittelst denen sich das farblose Mycelium an der Oberfläche der Blätter befestigt, ohne in deren Gewebe einzudringen. Sehr wahrscheinlich versehen jene Warzen gleichzeitig den Dienst von Saugorganen, durch welche die Säfte aus der Nährpflanze herausgesogen werden. Bei stärkerer Vergrösserung (3—400) entdeckt man sehr deutlich, wie aus dem netzartigen Gewebe des Myceliums bald kürzere, bald längere, keulenartige, schwach gelb oder bräunlich gefärbte Fäden aufsteigen, welche aus kugeligen oder ovalen Zellen, den sog. Vermehrungszellen oder Gonidien, zusammengesetzt sind. Letztere vermögen sofort zu keimen und neue Mycelien zu entwickeln. Durch sie vermehren sich die Mehlthaupilze während des Sommers bei feuchtwarmer Witterung unglaublich rasch. (Die Sporocarpien bilden sich erst später, gegen das Ende der Vegetationsperiode.)

Durchmustern wir die stiellosen Sporocarpien bei mittlerer Vergrösserung, so gewahren wir grosse, gelb bis dunkelbraun gefärbte Kugeln, deren Wandung aus polygonalen Zellen besteht. Um die Perithecienkugel herum zeigt sich uns ein hübscher Kranz von mehreren radial oder speichenartig gestellten, haarförmigen Anhängseln. Diese einfachen, haarartigen Auswüchse der äusseren Wandung sind farblos, einzellig, conisch zugespitzt und besitzen an ihrem Grunde eine grosse knotenförmige oder kugelige Erweiterung. — Um uns von dem Inhalte der Perithecien zu überzeugen, suchen wir dieselben auf irgend eine Art gewaltsam zu öffnen. Daher üben wir auf das Deckglas einen kräftigen Druck aus. Die Sporocarpien zerplatzen, und wir sehen nun theils vereinzelte Sporen, theils grosse, länglichrunde Sporenschläuche, die meist drei Sporen einschliessen. Die isolirten Sporen sind oval, gelblich gefärbt, relativ gross und besitzen einen grobkörnigen Inhalt. Jedes Sporangium enthält vier oder mehr Sporenschläuche mit kurzem Stiel.

Anmerkung. Zu den Mehlthaupilzen gehört auch der berüchtigte, unter dem Namen Traubenpilz (*Oidium Tuckeri)* bekannte Pilz, der die verderbliche Traubenkrankheit oder die Fäule der Weinbeeren verursacht. Das Mycelium dieses Parasiten zeigt (wie beim gemeinen Mehlthau) grosse, gelappte Haftorgane und zahlreiche, aufrechte Schläuche, die sich in Reihen von Gonidien verwandeln, durch die sich der Pilz während des Sommers sehr rasch zu vermehren vermag. Perithecien fehlen hier. — Das Trieblager oder Mycelium pflegt zunächst an Blättern und Stengeltheilen zu erscheinen, wo es in der Regel wenig Schaden anrichtet. Bald zeigt es sich aber auch an Beeren. Diese bersten. Durch die entstandenen Spalten und Risse dringen die Pilzfäden in das innere Gewebe der Beere und erzeugen hier Fäulniss. — Als Mittel gegen diese Krankheit haben sich Schwefelblumen bewährt.

67. Präparat: **Kugelkernpilz auf Haselnuss (Diatrype stigma Fr.) und Lärchenbecherpilz (Peziza Willkommii).**

a) **Kugelkernpilz auf Haselnuss** *(Diatrype stigma Fr.).* Auf dürren Haselnussästen beobachten wir sehr häufig (namentlich in feuchten Hecken) 1—6 mm grosse, halbkugelige Massen von rothbrauner oder brandschwarzer Farbe und derber Consistenz. Jede Halbkugel, welche die Rinde durchbrochen, stellt den Fruchtkörper eines Kernpilzes vor und lässt auf ihrer Oberfläche mit der Lupe kleine Löchlein als Oeffnungen der Perithecien erkennen. Um ihren

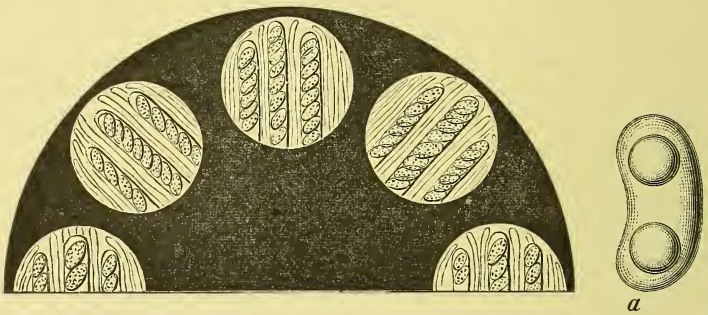


Fig. 118.

Vertical-Durchschnitt durch den Fruchtkörper von *Diatrype stigma Fr.* mit 5 Perithecien. *a* einzelne Spore (stark vergrössert) mit zwei Oeltröpfchen.

Inhalt mikroskopisch zu untersuchen, legen wir durch das schwarze Polster *(stroma)* mit dem angefeuchteten Rasirmesser dünne Verticalschnitte. Auf der Schnittfläche erkennen wir (schon mit blossem Auge) mehrere (meist 8—10) kleine, kreisrunde Hohlräume. Dies sind die sog. Perithecien (Sporenbehälter), in denen sich die radial gestellten Sporenschläuche entwickeln. Letztere sind zahlreich vorhanden und weisen eine cylindrische Gestalt auf. Zwischen den Sporenschläuchen stehen viele farblose, sehr dünne Fäden, die sog. Saftfäden oder Paraphysen, auch Stützhaare genannt. Jeder Schlauch schliesst acht Sporen ein, die, meist in einer Längsreihe liegend, etwas schräg zur Schlauchachse gestellt sind. Die ovalen oder schwach bohnenförmigen, einzelligen Sporen sind bald braun gefärbt, bald vollkommen farblos (in der Jugend). Im letzteren Falle entdecken wir in jeder Spore zwei hellglänzende, kreisrunde, mehr oder weniger polar vertheilte Oeltröpfchen. (Zur Aufhellung von Pilzpräparaten ist eine Behandlung mit Aether sehr am Platz, da diese Flüssigkeit das Oel aufzulösen vermag.)

b) **Lärchenbecherpilz** *(Peziza Willkommii).* Dies ist ein eigentlicher Parasit. Sein Mycelium wuchert in der Rinde lebender Lärchen verschiedenen Alters. Durch Zerstörung der Rinde stirbt der Baum bald nur allmälig, bald plötzlich ab, und zwar geht dieses Absterben meist in der Richtung von unten nach oben vor sich. Durch diesen unscheinbaren Pilz hat sich im Laufe der Zeit eine eigenthümliche, sehr verheerende Krankheit der Lärchen (Lärchenkrebs genannt) ausgebildet, welche gegenwärtig auch in der Schweiz (speziell auch im Kt. Appenzell) wüthet und der schon viele tausend Stämme dieser nützlichen Holzart zum Opfer gefallen sind. — Der Lärchenbecherpilz kommt bald mehr isolirt, bald in grössern Gesellschaften vor und zwar meist an dürren Aesten und Zweigen, die zugleich mit einer Unmasse von Flechten überzogen erscheinen. Der aus der kranken Rinde hervorbrechende Fruchtkörper hat mit den Apothecien der Schildflechte der Form nach grosse Aehnlichkeit. Er präsentirt ein kleines, ungestieltes, rundliches Schüsselchen (1—6 mm im Durchmesser) von weisser Farbe mit aufgeworfenem, weisslichem Rande und schön orangerother Innenfläche. Er ist von derber lederartiger Struktur. Behufs mikroskopischer Untersuchung führen wir mit dem Rasirmesser durch den einige Zeit in Wasser oder verdünntem Glycerin gelegenen Fruchtkörper zarte Schnitte und studiren dieselben bei stärkerer Vergrösserung (in Wasser). Zur Isolirung von Schläuchen, Paraphysen und Sporen mag ein leichtes Zerzupfen mit den Nadeln und etwelches Drücken auf das Deckgläschen ganz am Platze sein. — Ueber einem farblosen, aus filzigen Fäden zusammengesetzten Sporenlager liegt die schwach röthlich gefärbte Fruchtschicht. Letztere zeigt zahlreiche, meist cylindrische Sporenschläuche, in denen acht Sporen enthalten sind. Diese liegen in einer Längsreihe, meist etwas schräg zur Längsachse des Schlauches, und zwar beobachten wir die Sporenbildung in verschiedenen Stadien. Die Sporen erscheinen farblos, ziemlich gross, oval gestaltet (an den Enden etwas zugespitzt) und ohne deutlichen Inhalt. Einzelne wenige Sporen sind auch zweizellig mit scharfen Querscheidewänden. Zwischen den einzelnen Schläuchen stehen zahlreiche, einfache, stäbchenförmige Saftfäden.

Allgemeines über die mikroskopische Untersuchung der Fadenpilze.

Die mikroskopische Untersuchung dieser Pilze bietet meist keine Schwierigkeiten dar, da sie nur in seltenen Fällen einer speziellen Präparation bedürfen. Wachsen die betr. Schimmelarten auf der Oberfläche der von ihnen befallenen Objekte, so ist lediglich eine vorsichtige Trennung der einzelnen Hyphen (Pilzfäden) mittelst

der Pincette oder der Scheere erforderlich. Wo solche Pilze aber als wahre Parasiten im Innern von anderen Organismen vorkommen (wie z. B. beim Kartoffelpilz), muss man zu entsprechenden Schnitten seine Zuflucht nehmen. — Die meisten Schimmelarten werden deutlicher bei Wasserzusatz; doch bedarf es meist längerer Zeit, bis dieses die Objekte gehörig durchdringt und die mit grosser Zähigkeit an den fettigen Pilzfäden und Sporen adhärirenden Luftblasen, welche die Beobachtung stören, austreibt. Auch wirkt Wasser vielfach verändernd ein. Man thut daher gut, sowohl feuchte als trockene Schimmelpräparate zu untersuchen (und zwar in letzterm Falle bei auffallendem Lichte, schwacher Vergrösserung und ohne Deckglas). Zur bleibenden Aufbewahrung ist ein Einschluss in stark verdünntes Glycerin durchaus geboten. Ein etwas starker Concentrationsgrad des Einschlussmittels wirkt auf die zarten Hyphen bedeutend zusammenziehend ein, so dass bald eine beträchtliche Gestaltsänderung eintritt. Im Allgemeinen erfordert die mikroskopische Untersuchung der Fadenpilze keine besonders starke Vergrösserung (80—150fache Vergrösserung reicht meist aus); dagegen muss der Transport der Objecte auf den Glasstreifen mit etwelcher Vorsicht geschehen.

68. Präparat: **Grüner Pinselschimmel (Penicillium glaucum Link).**

Dieser gemeinste aller Schimmel bildet sich an feuchtwarmen, dumpfigen Orten auf den verschiedensten Substanzen: auf verfaulenden Früchten (Aepfel und Birnen), auf Tinte, Zuckersäften, Brot, Speiseresten, gekochten Früchten (Kürbis, Zwetschge etc.), verfaulender Milch etc. Derselbe stellt bald einen leichten Anflug, bald eine dickere, krustenähnliche Masse meist von blaugrüner, oft aber auch von weisser oder blassröthlicher Farbe vor. Zur künstlichen Erzeugung dieses Pilzes verwendet man wohl am passendsten eine kleine Portion gekochter Zwetschgen, die man längere Zeit im Keller liegen lässt. Unter dem Mikroskop erkennt man als Grundlage ein aus verästelten, gegliederten, durcheinander gewebten, feinen Röhrchen bestehendes Mycelium, das meist einen dicken Filz bildet. Von diesem Mycelium gehen aufrechte, aus länglich viereckigen Zellen bestehende, farblose Hyphen aus, die sich an der Spitze büschelförmig verzweigen. An den

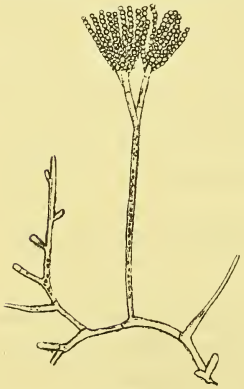


Fig. 119.
Grüner Pinselschimmel (*Penicillium glaucum Link.*).

Endästchen sitzen perlschnurartige Gebilde, sog. Sporenketten, die dem Ganzen ein pinselähnliches Aussehen verleihen. Diese niedlichen Perlschnüre erscheinen jedoch nur dann deutlich, wenn sie von Luft umgeben sind und kein Druck auf dieselben ausgeübt wird. In Berührung mit Wasser und unter dem Deckgläschen zerfallen sie meist schnell in ihre einzelnen Glieder, d. h. Sporen. Letztere sind sehr klein, farblos und von kugeliger Gestalt. Sie sind in ungeheurer Anzahl vorhanden.

Anmerkung. Zu den Fadenpilzen zählt man auch den Kartoffelpilz *(Perenospera infestans Casp.)*, die Ursache der Kartoffelfäule oder Kartoffelkrankheit. Hier thut man gut, durch die vom Schimmel befallenen, braungefleckten Blätter zarte Querschnitte zu legen. Dann sieht man zwischen den Zellen der Blattsubstanz ein vielfach verzweigtes Mycelium. Von diesem gehen Hyphen aus, welche namentlich an der Unterseite des Blattes durch die Spaltöffnungen nach aussen treten, ausserhalb des Blattes Seitenäste treiben, und in citronenförmige Sporangien enden. Bringt man Letztere in Berührung mit Wasser, so bilden sich in kurzer Zeit aus dem feinkörnigen Zellinhalt 6—16 Sporen, die bald aus einer Oeffnung an der Spitze des Sporangiums hervortreten und sofort zwei lange Wimpern annehmen; es sind dies also eigentliche Schwärmsporen. Nach etwa einer halben Stunde hört das Umherschwärmen auf; die Schwärmzelle nimmt Kugelgestalt an und beginnt zu keimen, nachdem sie ihre Cilien zuvor verloren hat. Die Keime dringen durch die Epidermis anderer Theile der Kartoffelpflanze und erzeugen hier ein neues Mycelium.

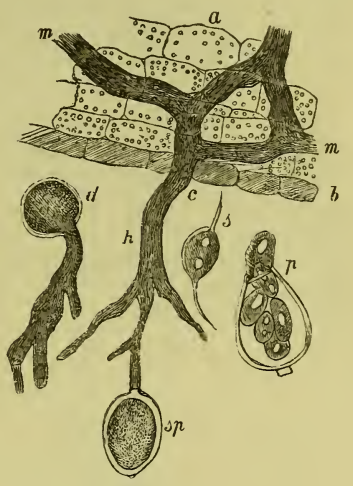


Fig. 120.
Kartoffelpilz. *a* Blattparenchym, *b* Epidermis, *c* Spaltöffnung, *h* Hyphe, *m* Mycelium, *sp* citronenförmiges Sporangium, *p* Sporangium mit austretenden Sporen, *s* Schwärmspore, *d* keimende Spore.

69. Präparat: **Gemeiner Kopfschimmel (Mucor Mucedo L.).**

Der gemeine Kopfschimmel ist, gleich dem vorigen, ganz allgemein verbreitet. Er findet sich ebenfalls auf sehr verschiedenen organischen Substanzen, die in Verwesung übergehen, so auf Fleisch, Knorpel, Knochen, Kleister, Milch, Harn, Pferdemist, gepresster Bierhefe u. s. f. Dem blossen Auge erscheinen diese Pilze als zarte 1—4 cm hohe Fäden mit einem meist dunkel gefärbten, kleinen Knöpfchen an der Spitze. Hievon kann man sich leicht überzeugen, wenn man Buchbinderkleister oder ein Stück Knorpel kurze

Zeit in einem feuchtwarmen Lokal (Keller) liegen lässt. Schon nach wenigen Tagen sieht man eine Unzahl äusserst feiner Härchen, die einen mehr oder minder dichten Rasen bilden. Unter dem Mikroskop präsentiren sich uns diese Fäden als zarte, durchsichtige, farblose, meist einfache, cylindrische Röhrchen, die theilweise mit körnigem

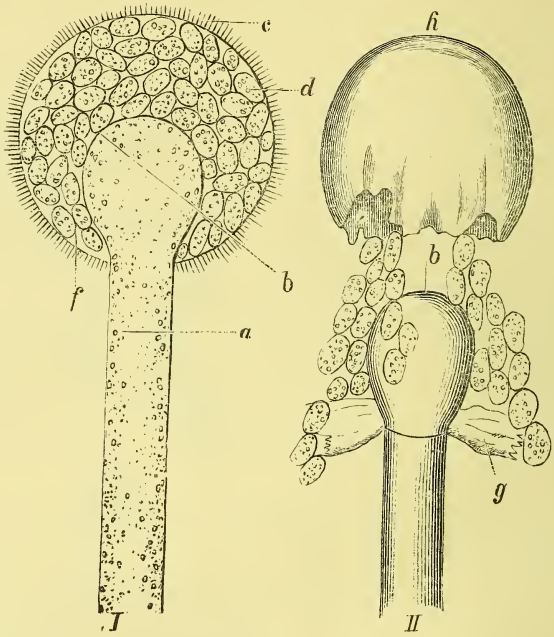


Fig. 121

Mucor Mucedo L. *I* Ein reifes, aber noch geschlossenes Sporangium im optischen Längsschnitt. *a* Fruchtträger, *b* Columella, *c* Ueberzug von Krystallnadeln, *d* Sporen, *f* aufquellbare Zwischensubstanz. *II* Ein nahezu reifes Sporangium, dessen Membran *h* durch künstlichen Druck sich von der Columella *b* abgehoben hat, die Sporen entleerend.

Plasma erfüllt sind und an der Spitze ein kugelrundes oder ellipsoidisches, gelbbraun bis schwarz gefärbtes Sporangium tragen. Im Präparat trifft man bald geschlossene Sporenbehälter mit körnigem, plasmatischem Inhalt, bald unreife Kugeln, die mit Zellen dicht erfüllt sind, bald reife, zahllose Sporen beherbergende Sporangien. Jedes Sporangium ist von dem stielartigen Theile des Fruchtträgers durch eine Querscheidewand abgegrenzt. Letztere wächst vielfach als kugelige oder cylindrische Blase in das Innere des Sporenbehälters hinein und heisst dann Columella. Die Sporangiumwand ist in der Regel mit einem dichten, pelzartigen

Ueberzug von nadelartigen Krystallen oxalsauren Kalkes bedeckt und wird dadurch ziemlich undurchsichtig. — Das im Sporangium eingeschlossene Protoplasma formt sich nur zum Theil in Sporen um. Ein anderer Theil desselben, der eine helle, körnchenfreie und sehr aufquellbare Masse, die sog. Zwischensubstanz, vorstellt, findet sich zwischen den zahlreichen, ovalen, farblosen Sporen. Kommt nun das Sporangium mit Wasser in Berührung, so zerfliesst die dünne Membran desselben zu einer in Wasser löslichen Substanz, wobei der Ueberzug von Kalknadeln zersprengt wird. Die nun mächtig quellende Zwischensubstanz treibt die Sporen nach allen Richtungen auseinander. Hiebei bleibt die Columella *(b)* auf der Spitze des Fruchtträgers stehen und ist am Grunde gewöhnlich noch von einem kragenartigen Reste *(g)* der Sporangium-Membran umgeben (siehe Fig. 121 *II*, *b* und *g*).

Der eben beschriebene Vorgang lässt sich sehr hübsch durch folgendes Experiment zur Anschauung bringen: Man legt auf einen Objektträger parallel nebeneinander zwei Stücke eines zerbrochenen Deckglases, bringt in den leeren Zwischenraum einige reife Sporangien von Mucor Mucedo und bedeckt diese Brücke mit einem viereckigen Deckplättchen. Während nun das Auge in das Instrument schaut, lässt man von den offenen Seiten her je ein Tröpfchen Wasser unter das Deckgläschen treten und sieht jetzt, wie fast augenblicklich die Sporangienhäute sich in Wasser lösen und die Sporen durch die aufquellende Zwischensubstanz nach allen Seiten hin auseinanderfliessen.

Auf stickstoffreichen Substanzen (Knorpel, faulender Milch etc.) findet sich in Gesellschaft von *Mucor Mucedo L.* eine besondere Vegetationsform dieses Pilzes (früher auch *Melidium elegans*, d. h. Apfelbäumchen genannt), die dadurch zu Stande kommt, dass die normalen, unverzweigten Fruchtträger von *Mucor*

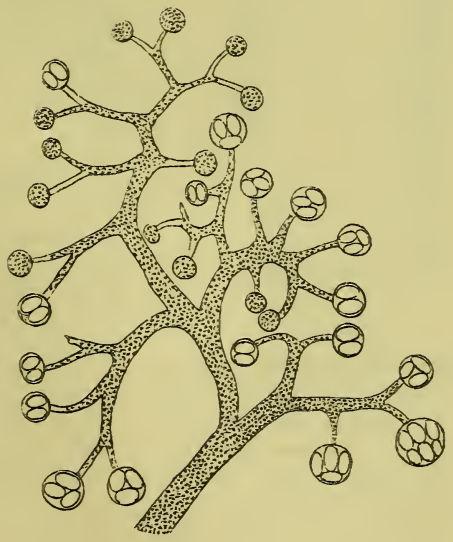
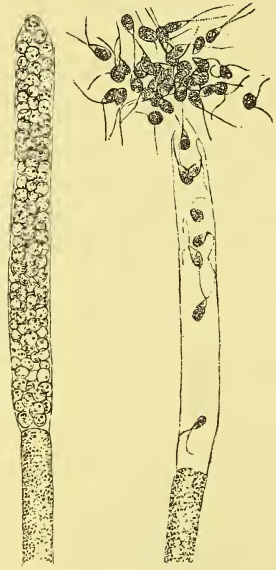


Fig. 122.

Baumartig verzweigter Mucor (Vegetationsform von *Mucor Mucedo L*).

Mucedo unter ungünstigen Verhältnissen verkümmern, sich verzweigen und an ihren Zweigenden verkümmerte Sporangien, sog. Sporangiolen, tragen, die oft nur wenige und kleinere Sporen enthalten. In guter Kultur liefern ihre Sporen wieder normalen Mucor. — Unter dem Mikroskop sehen wir einen Stamm mit regelmässig verzweigten Aesten und Zweigen vor uns, an deren Enden kugelrunde, apfelähnliche Sporangiolen sitzen. Stamm, Aeste und Sporenbehälter sind stellenweise mit Plasma erfüllt. In andern Sporangiolen entdeckt man 2, 3—6 kleine, ovale Sporen. Es finden sich auch Bäumchen vor mit ganz grossen Sporangiolen, die viele Sporen einschliessen. (Eines der reizendsten Pilzobjekte.)



I *II*

Fig. 123.

Saprolegnia Ferax Nees. I Das Protoplasma des Fadenendes hat sich zu Kugeln zusammengeballt. *II* Die Kugeln haben zwei Wimpern erhalten und treten als Schwärmsporen aus der Zelle heraus.

Anmerkung. Bewahren wir Kuh- oder Rossmist längere Zeit im feuchtwarmen Keller auf, so erkennen wir schon mit blossem Auge zahlreiche 3—9 mm lange, krystallhelle, glasglänzende, farblose Fäden, die an ihrem obern Ende keulenartig angeschwollen sind und hier ein kleines, glänzend schwarzes, ungestieltes und dickwandiges Kügelchen, das Sporocarpium, tragen, in das ein kegelförmiger Fortsatz der sog. Stielzelle eindringt. Der Sporenbehälter enthält zahllose, gelbliche, kleine und ovale Sporen und wird zur Zeit der Reife mit grosser Kraft abgeworfen. Dieser niedliche Kopfschimmel heisst *Pilobolus crystallinus Tode.* (Untersuchung in trockenem Zustande und ohne Deckglas bei ganz schwacher Vergrösserung.)

70. Präparat: **Saprolegnia Ferax Nees. (Wasserpilz).**

Die Saprolegniaceen sind Wasserpilze und bedecken meistens in einem nach allen Seiten hin ausstrahlenden Rasen in's Wasser gefallene und dort faulende Insektenkörper. Um uns speziell *Saprolegnia Ferax*, diesen gefährlichen Feind der künstlichen Fischzucht, zu verschaffen, legen wir eine todte Fliege in Wasser und lassen dieselbe bei Luftzutritt darin in Fäulniss übergehen. Nach 10—14 Tagen sehen wir, wie von dem Fliegenkörper aus eine Unzahl zarter, weisser Fäden in radialer Richtung verlaufen. Dies sind die Pilzfäden von Saprolegnia Ferax. Unter dem Mikroskop beobachten wir farblose, unverzweigte Fäden, meist von cylindrischer

Gestalt. Die Endzelle des Pilzfadens, die von dem übrigen Fadentheil durch eine gebogene Scheidewand abgegrenzt ist, erscheint bald cylindrisch, bald keulenförmig oder bauchig angeschwollen. Sie ist stellenweise mit körnigem Plasma erfüllt, während sie andern Orts bereits zahlreiche runde Sporen einschliesst. Die Entleerung dieser Sporen aus der Endzelle, resp. aus dem Sporocarpium, lässt sich hier meist sehr schön beobachten. Der Schlauch erhält an seiner Spitze eine kleine Ausstülpung; diese wird immer grösser, bis die Zellhaut hier plötzlich zerreisst und eine Spore um die andere durch die entstandene Oeffnung heraustritt. Die Sporen sind birnförmig gestaltet und mit zwei Cilien versehen, also eigentliche Schwärmsporen. Diese schwärmen durchschnittlich 20—30 Minuten lang umher, worauf sie zur Ruhe gelangen und die Wimpern verlieren. Die Zahl der Schwärmer ist gross, und zeigt jeder derselben einen körnigen Inhalt (Chlorophyll und Pigmentfleck fehlen.)

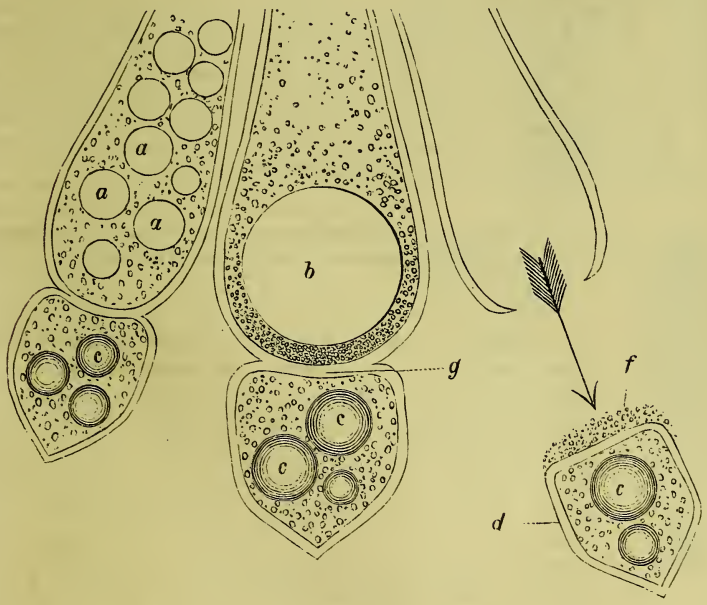


Fig. 124.

Drei Basidien mit Sporen von *Empusa Muscae Cohn.* *a* kleine Vacuolen, *b* grosse Vacuole, *c* Fetttropfen, *g* Sporenscheidewand, *d* abgeworfene Spore, *f* daran adhärirendes Protoplasma.

Anmerkung. Nicht zu verwechseln mit Saprolegnia Ferax ist der sog. **Fliegentödter** (*Empusa Muscae Cohn.*). Dieser Parasit lebt im Körper der Stubenfliegen und tödtet diese alljährlich im Herbst in grossen Massen. Die

Thiere sitzen dann mit geschwollenem, starrem Leibe und eigenthümlichen Verkrümmungen der Gliedmassen an Wänden, Spiegeln, Fensterscheiben etc. und sind umgeben von einem weissen, staubigen Hof, welcher aus den zahllosen, abgeschleuderten Sporen des Pilzes und denselben anklebenden Plasmaresten besteht. — Untersucht man Fliegen, um die herum sich die ersten Spuren des erwähnten Hofes zeigen, so findet man die Oberfläche ihres Körpers mit zahlreichen, dicht nebeneinander stehenden, nie verzweigten, keulenförmigen bis cylindrischen, plasmareichen Schläuchen, den Basidien, bedeckt. Auf dem Scheitel jeder Basidie erscheint eine Ausstülpung, die sich zur Kugel erweitert, eine kurze, stumpfe Spitze erhält, durch eine zarte Querwand von dem Schlauche abgegrenzt wird und diesem nun als eine Spore aufsitzt, die sich der Form nach mit einer Spitzkugel vergleichen lässt. Im untern Theil der Basidie treten Vacuolen auf, die allmälig von unten nach oben an Zahl zunehmen, sich schliesslich nahe an der Scheidewand der Spore zu einer einzigen, grossen Vacuole vereinigen und einen dicken Plasmaklumpen gegen die Spore drängen. Mit zunehmender Spannung reisst dann die Basidie dicht unter der Sporenansatzstelle ringsum durch, wobei die Spore, umhüllt von dem Plasma des Schlauches, mit Kraft abfliegt. Jede Basidie erzeugt nur eine Spore. Diese besitzt eine einfache, zarte Membran und körniges Protoplasma mit dicken Fetttropfen. Sie ist sofort keimfähig und treibt einen kurzen Fortsatz, der zu einer Secundärspore anschwillt. Letztere wird einer gesunden Fliege an den Unterleib geworfen, wenn sie eine Stätte betritt, wo eine kranke Fliege vorher ihre Sporen abgeschleudert hatte. Dem Leibe anklebend, treibt sie einen kurzen Keimschlauch, der die Haut des Thieres durchbohrt und innen zu einer grossen Zelle anschwillt, aus der hefeartig nach verschiedenen Seiten kleine Tochterzellen hervorsprossen. Letztere vermehren sich weiter und gelangen schliesslich in's Blut, worauf das Thier stirbt.

Fig. 125.
Winterspore von Rosenrost.

71. Präparat: **Wintersporen von Rosenrost (Phragmidium rosarum Rabenh.)**

Um uns die Wintersporen von Rosenrost zu verschaffen, untersuchen wir etwa gegen Mitte Oktober die Unterseite der Blätter von Gartenrose oder Hagenbutte. Wir sehen mit blossem Auge zahlreiche, kugelige, rostfarbige bis schwarze Häufchen. Mit dem Scalpell streifen wir einige Häufchen ab und bemerken unter dem Mikroskop zahlreiche, ovale, meist dunkelbraun gefärbte, gestielte Sporen. Jede Spore ist vielzellig (6—7zellig) und endigt oben in eine farblose, etwas abgestumpfte Stachelspitze. Diese Sporen überdauern den Winter und keimen im folgenden Frühling mit einem regelmässig gebildeten Keimfaden. (Einschluss in Harz.)

72. Präparat: **Pappelrost (Melampsora populina Lév.).**

Betrachten wir die Blätter der italienischen Pappel zur Herbstzeit auf ihrer Unterfläche, so entdecken wir kugelige Häufchen

von rostgelber Farbe. Dies sind die Sommersporen. Unmittelbar über diesen zeigen sich (bei Betrachtung mit der Lupe), in kugeligen Massen zusammengedrängt, die farblosen Wintersporen. Die Sommersporen präsentiren sich unter dem Mikroskop als schwach gelbgefärbte Zellen von ovaler Gestalt; sie sind einzellig und zeigen viele sehr kleine, kreisrunde Löcher oder Poren. Dieselben gelangen kurze Zeit nach ihrer Bildung zur Keimung. Die Wintersporen erscheinen hier gleichfalls einzellig; sie sind gestielt und an ihrem obern Ende stark keulenförmig angeschwollen. In ihrem kugeligen Theil schliessen sie zuweilen ein grosses, gelbes Farbkorn ein.

Anmerkung. An dieser Stelle sei uns noch ein kurzes Wort über die sog. Brandpilze gestattet. Diese verursachen bekanntlich den sogen. Brand der Getreidearten, welche Krankheit sehr gefürchtet ist, weil sie stets den ganzen Blüthenstand angreift und dadurch die Früchte verdirbt. Man unterscheidet verschiedene Arten von Getreidebrand, die alle durch verschiedene Pilze veranlasst werden. Als Beispiel greifen wir hier den sog. Schmierbrand oder Weizenbrand heraus. Dieser im Fruchtknoten der jungen Weizenblüthe sich entwickelnde Brand bildet ein stinkendes, schmieriges, schwarz-violettes Pulver, welches das Innere des Kornes anstatt des Mehles erfüllt. Unter dem Mikroskop sieht man (bei 3—400facher Vergrösserung), dass jenes Pulver aus den Myceliumfäden und den Sporen eines Brandpilzes besteht, der den Namen *Tilletia caries Tulasne.* führt. Diese Sporen sind oval und mit kleinen Stacheln oder Borsten besetzt. Sehr eigenthümlich ist die Art, wie sie keimen: Ihr Keimschlauch entwickelt an seiner Spitze einen Wirtel von ca. 10 Sporidien, von denen je zwei durch ein kurzes Querband zu einem **H**-förmigen Doppelsporidium verbunden sind. Diese Sporidien fallen ab und treiben theils dünne Keimschläuche, theils secundäre Sporidien, welche wieder der Ausgangspunkt eines neuen Myceliums werden.

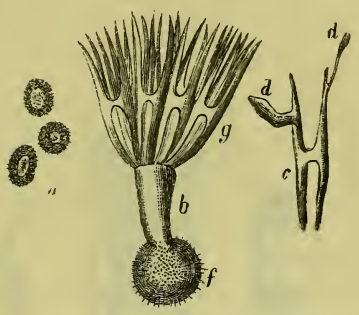


Fig. 126.

Weizenbrand. *a* Sporen, *f* Spore mit Keimschlauch (*b*) und Sporidienwirtel (*g*), *c* eine Doppelsporidie, secundäre Sporidien (*d*) treibend.

73. Präparat: Schnitt durch die Apothecien der Schildflechte (Parmelia).

Als Objekt verwenden wir die Wand- oder Baumschildflechte (*Parmelia parietina Achar.*), die an modernden Latthägen, alten Bretterwänden, auf Baumstämmen (namentlich an den Stämmen der italienischen Pappel) etc. überall leicht zu finden ist. Der ganze Pflanzenkörper besteht hier aus einem blattartigen, oberseits orangefarbigen (in der Jugend gelbgrünen), unterseits blassen, fast weissen

Lager (Thallus). Auf diesem Thallus befinden sich zahlreiche kleine, mit etwas aufgeworfenem Rande versehene Schüsselchen, die bisweilen die gleiche Farbe zeigen wie das laubartige Lager, meist aber etwas dunkler orange gefärbt sind. Dies sind die Früchte, welche bei den Flechten Apothecien genannt werden. Führen wir mit dem feuchten Rasirmesser von oben nach unten möglichst zarte Schnitte, so zeigen diese unter dem Mikroskop drei verschiedene Zellschichten: eine Rindenschicht, eine Markschicht und eine sog. Gonidienschicht oder Keimschicht. Die Rindenschicht, welche aus dicht zusammengedrängten Fadenzellen besteht,

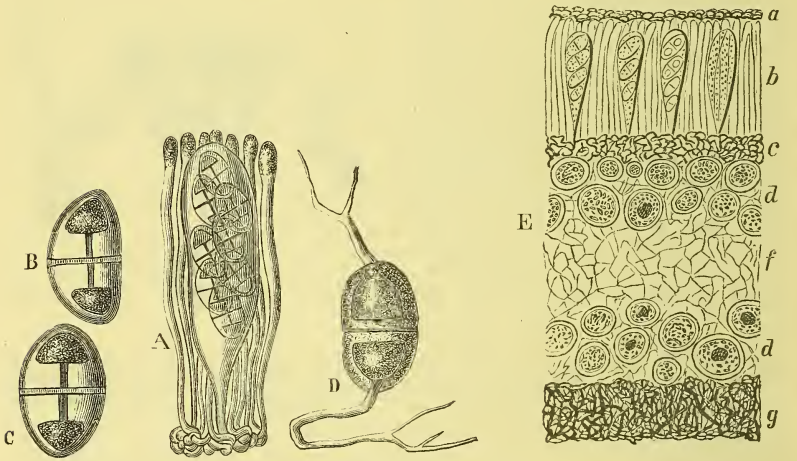


Fig. 127.

Wandschildflechte. *A* Sporenschlauch mit Paraphysen. *B* u. *C* Sporen. *D* keimende Spore. *E* Verticalschnitt durch das Schüsselchen. *a* Oberfläche der Sporenschicht, *b* Frucht- oder Sporenschicht, *c* Sporenlager (Hypothecium), eine dünne Gewebeschicht, auf der die Schläuche ruhen, *d* Gonidienzone, *f* Markschicht, *g* Rinde.

ist relativ dünn, meist durchscheinend und bildet einen etwas vorspringenden Rand um das Früchtchen herum. Im Innern des Fruchtkörpers findet sich die umfangreiche Markschicht, ein lockeres Gefilz farbloser, kurzer, verzweigter, bunt durcheinander geschlungener Fäden (Hyphen). (Beide Schichten sind indessen nur Verzweigungen derselben Fäden.) Zwischen der Mark- und Rindenschicht liegt die Gonidienzone, welche aus kugelrunden, lebhaft grünen Zellen, den sog. Gonidien oder Brutzellen, zusammengesetzt erscheint. Diese Gonidien sind schön kreisrund, vollständig mit Blattgrün erfüllt und zeigen in ihrer Mitte oft einen deutlichen, dunkelgrün gefärbten Kern. Sie sind nach den neuesten Untersuchungen Algen, auf denen Pilze (nämlich die farblosen Fäden der Mark-

schicht) schmarotzen. Häufig treten die Gonidien bald einzeln, bald gruppenweise, aus der Rindenschicht hervor und bilden, indem sie sich mit sehr feinen Hyphenästen umkleiden, kleine pulverige Häufchen auf der Oberfläche oder an den Rändern des Thallus, sogen. Soredien oder Bruthäufchen, aus denen sich unmittelbar neue Flechten entwickeln können. Die oberste Schicht des Früchtchens heisst Sporenschicht oder Fruchtschicht. Sie besteht aus zahlreichen, farblosen, senkrecht stehenden und unverzweigten Fadenzellen, den sog. Saftfäden (Paraphysen), zwischen denen sich weite, schlauchförmige Zellen, die Sporenschläuche, befinden, in denen acht Sporen sichtbar sind. Die Sporenschläuche besitzen die Gestalt einer Flasche oder Birne; oben sind sie abgerundet und kehren den spitzigen Theil nach unten. Die acht farblosen, ovalen, zweizelligen Sporen liegen meist dicht zusammengedrängt in zwei Reihen in den Sporenschläuchen.

Anmerkung. Auf Lärchen und andern Waldbäumen trifft man überall eine Parmelia-Art, die speziell zur Demonstration der Schläuche, Sporen und Gonidien dem vorigen Object weit vorzuziehen ist. Es ist dies eine Laubflechte mit grauem Lager; die Schüsselchen erscheinen gleichfalls grau mit schwarzer Innenfläche. (Zur Isolirung von Schläuchen, Sporen und Gonidien ist ein leichtes Zerfasern mit den Nadeln ganz am Platz.)

74. Präparat: **Blättchen des Torfmooses (Sphagnum Ehrh.).**

Die Blättchen des Torfmooses bestehen aus einer einzigen Zellschicht, die aber aus zweierlei ganz verschiedenen Zellen, nämlich aus sehr grossen und kleinen, zusammengesetzt ist. Letztere sind oval, oft auch bohnen- oder wurstförmig gestaltet; sie umschliessen maschenartig die grossen Zellen, und zwar machen je 5—8 solch kleiner, kettenartig zusammenhängender Zellen eine Masche aus. Diese kleinen Zellen sind allein saft- und chlorophyllführend; die grossen Zellen enthalten kein Blattgrün, sondern meist nur Luft. Aber auch die kleinen, netzartig verbundenen Zellen schliessen nur wenig Blattgrünkörner ein, und daraus erklärt sich das bleiche Aussehen der Torfmoose. Die grossen Zellen weisen eine ganz unregelmässig polygonale Gestalt auf; in ihnen entdecken wir (schon bei schwacher Vergrösserung) deutliche Verdickungen in Form von kräftigen Spiralbändern (Spiralfaserzellen). Auch zeigen

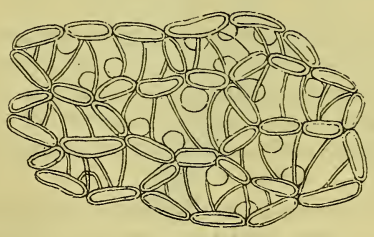


Fig. 128.
Blättchen des Torfmooses.

sie durchbrochene Wandungen, indem hie und da grosse, kreisrunde (seltener ovale) Löcher oder Poren (2—4 in einer Zelle) zum Vorschein kommen. Vermöge dieser porösen Zellen saugen sich die Torfmoose wie ein Schwamm mit Wasser voll.

75. Präparat: **Schleuderzellen von Mooskapseln der Lebermoose.**

Die Sporangien der Lebermoose unterscheiden sich von denen der Laubmoose hauptsächlich dadurch, dass sie nicht mit einem Deckel aufspringen, sondern sich meist mit vier Klappen oder Längsrissen öffnen. Untersuchen wir den Inhalt einer solchen reifen Lebermooskapsel unter dem Mikroskop, so entdecken wir neben den einzelligen Sporen auch sog. Schleuderzellen, d. h. langgestreckte, schlauchförmige, mit einem braunen, bald einfachen, bald doppelten Spiralband versehene Zellen (Spiralfaserzellen). Letzteres besitzt eine grosse Elasticität und ist dadurch geeignet, das Ausstreuen der Sporen zu unterstützen. — Ein hübsches Schleuderzellen-Objekt treffen wir überall in feuchten Waldstellen an glatten Buchen- oder Weisstannenstämmen. Es ist dies ein rosettenförmig verbreitetes, lebhaft dunkelgrünes Lebermoos, dessen kleine, gelbbraune, ovale Sporangien auf zarten Stielen sitzen. Untersuchen wir die Sporangien in den Monaten Juni oder Juli unter dem Mikroskop, so sehen wir theils geschlossene, theils in vier Klappen aufgesprungene Büchsen. An den Klappenrändern hängen zahlreiche, lange, fadenförmige Schleuderzellen mit endlosem, doppelt gewundenem, gelbbraunem Spiralband. Stellenweise adhäriren an diesen Schleudern mehrere grosse, kreisrunde Sporen, die beim Oeffnen der Frucht durch jene federnden Organe nach aussen geschafft wurden. (Bleibender Einschluss in Harz.)

Fig. 129.
Schleuderzelle von Lebermoos mit endlosem, doppelt gewundenem Spiralband und vier Sporen.

76. Präparat: **Längsschnitt durch den Antheridienstand von Widerthonmoos (Polytrichum commune L.).**

Beim Widerthonmoos sind die männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt. Die genannte Moosart ist also zweihäusig. Die männlichen Befruchtungswerkzeuge oder Antheridien sind hier stets in Mehrzahl vorhanden, und zwar stehen sie an der Spitze des Stengels in einer von be-

sondern Blättern, den sog. Hüllblättern, geschützten Knospe beisammen. Jene Knospe, d. h. der Antheridienstand, ist bald geschlossen, bald offen. Im letztern Falle repräsentiren die breiten, meist röthlich oder gelblich gefärbten Hüllblättchen eine trichterförmige Rosette, und in den Blattachseln dieser zierlichen, rothen Blattrosette sitzen die kurzgestielten, mikroskopisch kleinen Antheridien. Um den Bau dieser interessanten Organe näher kennen zu lernen, führen wir mit dem Rasirmesser einen Längsschnitt mitten durch die Rosette und reissen die innern Theile mit der Pincette heraus (gleichzeitiges Zerzupfen). Unter dem Mikroskop sehen wir zunächst die breiten, eigenthümlich geformten Hüllblättchen, aus polygonalen Zellen bestehend. Daneben erblicken wir zahlreiche Saftfäden (Paraphysen) (umgewandelte Blätter?). Diese stellen gegliederte, oben meist keulenförmig angeschwollene Fäden vor. Der untere Theil derselben bildet eine einfache Zellreihe; der obere, breitere Theil des Organes dagegen zeigt 2—4 neben einander befindliche Zellreihen. Die Zellen dieser Paraphysen sind rechteckig oder quadratisch, besitzen dicke Wandungen und enthalten im jugendlichen Zustande zahlreiche, grosse Chlorophyllkörner. Die Antheridien, die in obigem Präparat zu Tage treten, sind schlauchartige, meist spindelförmige Behälter, deren Wandung aus länglich-viereckigen oder polygonalen Zellen zusammengesetzt ist. Bei starker Vergrösserung entdecken wir theils isolirte, theils in den Antheridien eingeschlossene, sehr kleine, kreisrunde Zellen, die sog. Schwärmfadenzellen, in denen sich ein schraubenförmig aufgerollter Faden befindet. Diese Fäden werden Samenfäden, Schwärmfäden oder Spermatozoën genannt, weil sie, wenn sie nach dem Aufplatzen der sie einschliessenden Zellen in's Wasser gelangen, eine Zeit lang lustig darin umherschwimmen. Jeder Samenfaden zeigt ein kopfförmig verdicktes Ende; hinten trägt er zwei lange Wimpern, die ihm wesentlich zum Umher-

Fig. 130.

Antheridienstand aus Widerthonmoos (*Polytrichum commune L.*). In der Mitte eine Antheridie, welche die Schwärmfadenzellen entlässt. Zur Seite faden- und keulenförmige Saftfäden.

schwärmen mithelfen. Die Bewegung der Spermatozoën in ihren Zellen lässt sich etwa Mitte Juni sehr schön beobachten. Man sieht theils isolirte, kreisrunde Zellen, theils zusammenhängende Zellfetzen. In jeder Zelle liegt ein Spermatozoid, welches rasche, kreisförmige Rotationen von links nach rechts ausführt. Noch nach 1—1½ Stunden ist die Bewegung eine ziemlich lebhafte; dann wird sie aber allmälig langsamer und hört endlich ganz auf.

Anmerkung. Ein hübsches mikroskopisches Objekt besitzen wir auch in dem Mundbesatz (Peristom) von Büchsen der Laubmoose, z. B. von Astmoos *(Hypnum Dill.)*. Wir verschaffen uns eine ganz reife, bereits offene Moosbüchse, schneiden das Peristom mit der Scheere weg und betten es in Harz ein und zwar so, dass die Zahnspitzen nach oben gerichtet sind. Wir bemerken einen doppelten Mundbesatz. Der äussere Kreis zählt 16 braungelbe, quergegliederte, starke Zähne; der innere repräsentirt eine aus quadratischen oder rechteckigen Zellen zusammengesetzte, hellgelbe Haut, die sich in 16 lange Wimpern geschlitzt hat.

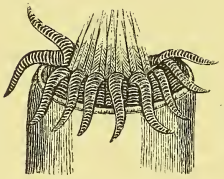


Fig. 131.
Peristom v. Astmoos (*Hypnum Dill.*).

77. Präparat: Querschnitt durch den Stengel eines Schachtelhalmes (Equisetum).

Als Objekt wählen wir den steifen, kräftigen Stengel von Tischler- oder Polirschachtelhalm *(Equisetum hiemale L.)* und bedienen uns bei der Beobachtung der zarten Schnitte einer 30—70fachen Vergrösserung. Der Schachtelhalmstengel zeigt uns folgenden reizenden Bau: Zu innerst bemerken wir eine grosse centrale Lufthöhle, die sog. Mittellücke oder Centrallücke. Rings um diese herum gruppiren sich kreisförmig, zwischen ein schmales, aber regelmässiges Zellgewebe eingebettet, und durch dieses von einander getrennt, 12 oder 13 Gefässbündel. (In Folge dieser

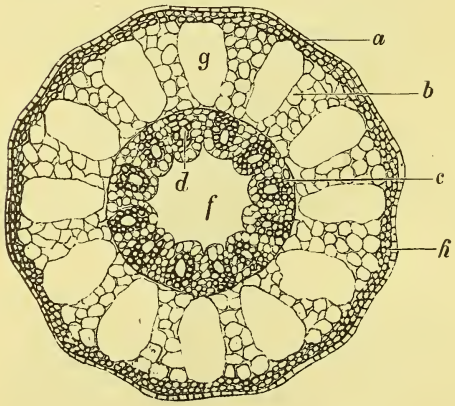


Fig. 132.
Querschnitt durch Schachtelhalm (*Equisetum hiemale L.*). *f* Centrallücke, *g* Intercarinallücken, *d* Carinallücken, *c* Gefässbündel, *a* Epidermis, *b* Stengelparenchym, *h* Rinde.

kreisförmigen Anordnung der Gefässbündel nähern sich die Equiseten sehr den Dicotylen.) Jedes derselben umschliesst eine weit kleinere Lufthöhle, die sog. Carinallücke, welcher Hohlraum beinahe im Centrum eines Gefässbündels vorkommt. Ferner sehen wir nach aussen hin einen zweiten Kreis von 12 relativ grössern Lufthöhlen. Diese finden sich zwischen je 2 Gefässbündeln und correspondiren mit den Vertiefungen der Stengeloberfläche. Man heisst sie Valecularlücken oder Intercarinallücken. Dicht unter der Epidermis treffen wir zahlreiche Zellen mit stark verdickten Wandungen; dann folgen mehrere chlorophyllführende Rindenparenchymlagen (mit grossen Zellen), hierauf ein farbloses Rindengewebe und in der Nähe der Gefässbündel eine ähnlich aussehende, nur etwas kleinmaschigere Gewebeschicht. Die Zellen des Stengelparenchyms sind hier kugelig, dünnwandig und zeigen deutliche Intercellularräume.

78. Präparat: **Sporen von Schachtelhalm.**

Bekanntlich ist der Fruchtstand des Schachtelhalmes eine Aehre. Letztere besteht aus einer Spindel und zahlreichen, quirlförmig an ihr angeordneten Aestchen. Jedes dieser Aestchen trägt an seiner Spitze eine kleine, gewöhnlich sechseckige, braune Scheibe (Fruchtträger), an deren innerer, d. h. der Spindel zugekehrten Seite 6—8 sackartige Sporenbehälter herabhangen, welche Säcke zahlreiche, kugelrunde Sporen einschliessen. Hievon können wir uns klar überzeugen, wenn wir zur Zeit der Fruchtreife einen gestielten Fruchtträger oder ein sog. Schildchen mit der Pincette ausreissen und dieses Objekt mit einer guten Lupe von unten betrachten. — Untersuchen wir die Sporen, die als ein grünspanfarbiger Staub erscheinen, im reifen Zustande (bei Tischlerschachtelhalm etwa in den Monaten August oder September) und bei starker Vergrösserung (3—400, in

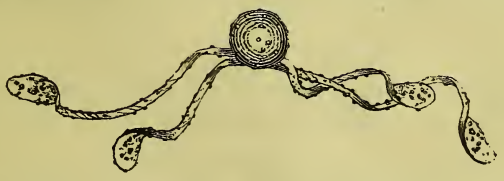


Fig. 133.
Spore von Schachtelhalm mit den abgerollten, sonst spiralig um die Spore gedrehten Schleuderfäden.

Glycerin), so haben wir einfache, kugelige Zellen mit dunkelm, chlorophyllhaltigem Centrum, das von einer gelben Zone umgeben ist, vor uns. Ferner sehen wir um jede Spore zwei Spiralbänder gewickelt, welche beim Platzen der Sporensäcke durch ihre plötz-

liche Streckung die Sporen fortschleudern und daher Schleuderfäden, Springfäden oder kurzweg Schleuderer (Elateren) genannt werden. Letztere sind elastisch und sehr hygroscopisch. In feuchter Atmosphäre rollen sie sich zusammen und schlingen sich dabei dicht um die Spore; austretende Feuchtigkeit dagegen treibt sie allmälig auseinander, und in ganz trockener Luft erscheinen sie vollständig aufgerollt. Jene fortschnellende Bewegung der Schachtelhalmsporen wird sichtbar, wenn man aus einer reifen Fruchtähre etwas von dem mikroskopisch kleinen, grünen Staub auf einen trockenen Objektträger oder auf ein Blatt dunkles Papier fallen lässt. Dann nimmt man die hüpfende Bewegung der grünen Kügelchen schon mit blossem Auge oder einer Lupe ganz deutlich wahr. Noch besser lässt sich dieses interessante Schauspiel unter dem Mikroskop bei 30—50facher Vergrösserung (ohne Deckglas) verfolgen. Bald öffnen sich die Schleuderer ganz, bald schliessen sie sich blitzschnell, indem sie sich spiralig um die Sporen herumwickeln. Durch dieses rasch auf einander folgende und ganz taktmässig ausgeführte, abwechselnde Zusammenziehen und Ausdehnen der Spiralfäden werden die Sporen mit grosser Geschwindigkeit und stossweise vorwärts getrieben. Längere Thätigkeit und dabei stattfindende Reibung bewirkt schliesslich eine Trennung der Schleuderer von der Spore, und dann sieht man, wie die an den Enden sich spatelförmig erweiternden Springfäden das abwechselnde Oeffnen und Schliessen noch längere Zeit hindurch fortsetzen und allein, d. h. ohne die Sporen, durch das Sehfeld dahinhüpfen. Das rasche Davonschnellen der Sporen und isolirten Schleuderer bildet eine sehr instruktive, mikroskopische Demonstration, und lässt sich dieses reizende Phänomen oft über eine Stunde lang bei den nämlichen Objekten ungestört verfolgen. (Die Schleuderer stellen nichts anderes als die äusserste der drei Häute vor, von denen die Spore umgeben ist und die sich zur Zeit der Reife in zwei schraubenförmige Fäden spaltet.)

79. Präparat: **Sporangien von Wurmfarn (Aspidium filix mas Swartz.).**

Beim gemeinen Schild- oder Wurmfarn *(Aspidium filix mas Swartz.)* finden sich die Sporangien auf der Unterseite der Wedel, und zwar kommen sie nicht einzeln vor, sondern sind zu braunen Häufchen zusammengruppirt, welche man Fruchthäufchen (Sori) nennt. Diese Fruchthäufchen liegen in zwei Reihen längs der Mittelrippe oder in einer Linie nahe am Rande des Fiederchens (an jedem Rande 6—8). Sie sind von oben her mit einem nierenförmigen Häutchen, dem sog. Schleier, wie von einem Schilde bedeckt. Dieses schild-

artige Organ ist bei eingetretener Fruchtreife (gegen Ende September) in der Regel nicht mehr vorhanden. Von dem Gesagten können wir uns klar überzeugen, wenn wir ein Blättchen auf den Objectträger legen und die Fruchthäufchen bei ganz schwacher Vergrösserung (20—30) und auffallendem Licht näher in Augenschein nehmen. Jeder Sorus präsentirt sich uns als ein kugeliger Haufen dicht beisammenstehender, eiförmiger, etwas zusammengedrückter Sporenkapseln, deren Wandung von einer farblosen, trockenen Haut gebildet wird. Rings um die kurz gestielten, dünnhäutigen Sporenbehälter führt in meridionaler Richtung ein ziemlich breiter, gelbbrauner, gegliederter Ring, der sog. Gliederring, der den Behälter in der Längsrichtung in zwei Hälften theilt. In dem Präparat erblicken wir theils geöffnete, theils noch geschlossene Sporangien; wir treffen (zur Zeit der Reife) auch solche, die eben aufspringen und die zahlreichen Sporen auf der grünen Blattfläche umherstreuen. Wollen wir die Sporangien mit ihrem Inhalt noch etwas detaillirter studiren, so kratzen wir mit einem Messerchen einige Fruchthäufchen weg und schliessen dieselben in Harz ein. Wir sehen zahlreiche, ovale, linsenförmig zusammengedrückte Sporangien, deren Wandung aus einer einzigen Schicht transparenter, unregelmässig polygonaler Zellen besteht. Jede Kapsel ist in verticaler Richtung von dem braungelben bis schwärzlichen Gliederring umgeben, dessen Zellen zum Theil stark verdickte Wandungen aufweisen. Dieser höchst zierliche, gegliederte Ring umschliesst jedoch die Sporenkapseln nicht vollständig; er reicht nur bis zu deren Basis, welche in den mehrzelligen, dünnhäutigen Stiel übergeht. Zur Zeit der Fruchtreife zerreisst er an einer bestimmten Stelle (meist am Grunde des Sporangiums), krümmt sich in Folge der ihm eigenen Elasticität nach aussen und bewirkt dadurch das Oeffnen des Sporangiums und das damit verbundene Ausstreuen der Sporen. Obiges Präparat zeigt uns ferner zahllose, gelbliche oder bräunliche Sporen, die theils noch im Innern der Sporenbehälter auftreten, theils isolirt zum Vorschein kommen. Es sind dies einfache, ovale oder schwach nierenförmige Zellen, die aus zwei in einander geschachtelten Hüllen bestehen, von denen die äussere, die dicke, braune Cuticula, in der Regel mit kleinen, warzigen Vorsprüngen besetzt ist.

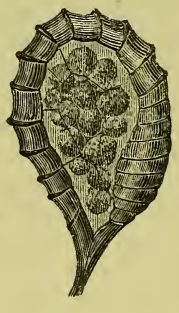


Fig. 134.
Sporangium von Farn (von der Seite). Im Innern mit Sporen.

Anmerkung. Behufs Vergleichung mag es nicht uninteressant sein, auch Sporangien und Sporen von andern Farnkrautarten zu untersuchen. Als besonders hübsches Objekt empfehlen wir an dieser Stelle den zerbrechlichen Blasenfarn *(Cystopteris fragilis Bernh.)*, ein an Mauern sehr

häufig vorkommendes, niedliches Farnkraut. Die Sporen sind hier relativ gross, kugelig, oval oder schwach bohnenförmig gestaltet, von brauner Farbe und mit zahlreichen, langen, spitzigen Stacheln oder stumpfen Warzen versehen.

Anhang.

80. Präparat: Ueber die Anfertigung von Krystall-Präparaten.

Viele anorganische Salze bilden, wenn man sie in wässerigen Lösungen auf einem Objektträger langsam verdunsten lässt, mikroskopisch kleine Krystalle, die sich sehr gut dauernd aufbewahren lassen, für den Fall nämlich, dass sie nicht hygroscopischer Natur sind. Die meisten dieser Objekte werden als Trockenpräparate verwendet, und nur wenige können in Harz eingeschlossen werden. Die betreffenden Dauerpräparate sind etwa in folgender Weise zu erstellen: Man verschafft sich eine ziemlich concentrirte Lösung des betr. Salzes in heissem Wasser und bringt hievon einen Tropfen auf die Mitte eines Objektträgers, auf den man zuvor eine ziemlich dicke Lackzelle aufgetragen hat. Nunmehr bedeckt man das Präparat mit einem Glasglöckchen, damit keinerlei Staub u. drgl. in die Flüssigkeit gelange und stellt dasselbe an einen ruhigen Ort, bis die Krystallisation ihr Ende erreicht hat. Ehe man den definitiven Verschluss eines Krystall-Präparates besorgt, muss man dasselbe auf seine Brauchbarkeit unter dem Mikroskop untersuchen. Die einzelnen Krystalle müssen nämlich vollkommen ausgebildet sein. Man wird daher gut thun, gleichzeitig mehrere Objektträger mit der gleichen Solution zur Krystallisation auszusetzen. Dann wählt man natürlich nur die gelungensten Bildungen aus. Jetzt legt man den Objektträger mit den Krystallen auf den Drehtisch und bringt über der Zelle noch eine dünne Lage von Lack an. Nach einigen Minuten legt man das Deckgläschen auf und drückt dieses allseitig fest an. Die Lackkammer soll durchschnittlich eine ordentliche Höhe besitzen; andernfalls zerbricht das Deckglas beim Festdrücken oder es beschädigt die Krystalle. (Die mikroskopische Beobachtung geschieht hier bei schwacher Vergrösserung, oft auch bei auffallendem Licht.) Als spezielle Krystallpräparate führen wir etwa an:

a) **Kochsalz-Präparat.** Hiezu brauchen wir eine heisse, gesättigte Kochsalzlösung. Das Präparat legen wir zur raschern Ver-

dunstung einige Zeit auf den geheizten Ofen oder an die Sonne und bekommen schliesslich schöne, vollkommen ausgebildete Würfel, die sich gerne in Form vierseitiger, hohler Pyramiden aneinanderlagern.

b) **Alaun-Präparat.** Wir lösen ca. 1 Theil gewöhnlichen weissen Alaun in 2 Theilen heissem Wasser. Hievon setzen wir einen Tropfen in die Lackzelle und lassen denselben hier erkalten. Nach kurzer Zeit treffen wir sehr hübsch ausgebildete Krystalle, nämlich reguläre Octaëder, deren Ecken durch Würfelflächen abgestumpft sind (also Combinationen von Oktaëder und Würfel).

c) **Kupfervitriol-Präparat.** Man pulverisirt den Vitriol und übergiesst ihn nachher mit einer genügenden Menge heissen Wassers. Als Krystalle ergeben sich schön blaue Tafeln (klinorhombische Säulen).

d) **Schwefel-Präparat.** Zur Lösung des Schwefels benützen wir Schwefelkohlenstoff. Man bringt die Schwefelblumen in eine kleine, gut verschliessende Flasche und übergiesst sie mit genannter Flüssigkeit. Nach schwachem Rütteln löst sich der Schwefel in kurzer Zeit nahezu vollständig auf. Nun setzen wir einen Tropfen der Lösung in die Lackzelle. Der Schwefelkohlenstoff verflüchtigt sich fast augenblicklich, und der Schwefel scheidet sich in schönen durchsichtigen, hellgelben Krystallen (und zwar in rhombischen Octaëdern) aus. (Beobachtung bei auffallendem Licht.)

Druck der Schläpfer'schen Buchdruckerei in Trogen.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE